Série de la Protection de l'environnement

Options pour le traitement ou la destruction des biphényles polychlorés (BPC) et de l'équipement contaminé par des BPC

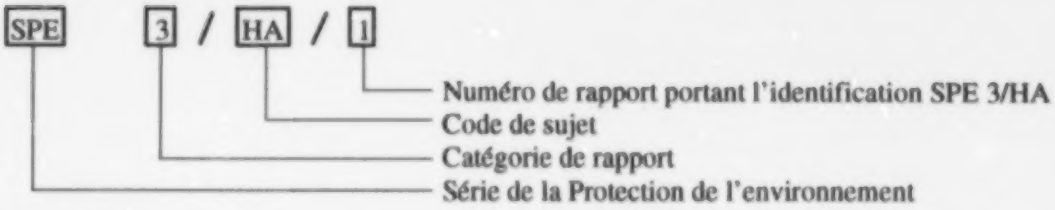
Rapport SPE 2/HA/1
Novembre 1991

Canada

Environnement Canada | Environment Canada

SÉRIE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotation :



Catégories

1 Règlements/Lignes directrices/ Codes de pratiques
2 Évaluation des problèmes et options de contrôle
3 Recherche et développement technologique
4 Revues de la documentation
5 Inventaires, examens et enquêtes
6 Évaluations des impacts sociaux, économiques et environnementaux
7 Surveillance
8 Propositions, analyses et énoncés de principes généraux
9 Guides

Sujets

AG Agriculture
AN Technologie anaérobie
AP Polluants atmosphériques
AT Toxicité aquatique
CC Produits chimiques commerciaux
CE Consommateurs et environnement
CI Industries chimiques
FA Activités fédérales
FP Traitement des aliments
HA Déchets dangereux
IC Chimie inorganique
MA Pollution marine
MM Exploitation minière et traitement des minéraux
NR Régions du Nord et rurales
PF Papier et fibres
PG Production d'électricité
PN Pétrole et gaz naturel
RA Réfrigération et climatisation
RM Méthodes de référence
SF Traitements de surface
SP Déversements de pétrole et de produits chimiques
SRM Méthodes de référence normalisées
TS Systèmes de transport
TX Textiles
UP Pollution urbaine
WP Protection/préservation du bois

Des sujets et des codes additionnels sont ajoutés au besoin. On peut obtenir une liste des publications de la SPE en s'adressant aux Publications de la Protection de l'environnement, Conservation et Protection, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0H3.

Think Recycling!

Cette publication est imprimée sur du papier contenant des rebuts recyclés.

Pensez à recycler !

92-01139/

Options pour le traitement ou la destruction des biphényles polychlorés (BPC) et de l'équipement contaminé par des BPC

par

Proctor & Redfern Limited

pour le

Bureau de la gestion des déchets
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada

Rapport SPE 2/HA/1
Novembre 1991

DONNÉES DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION (CANADA)

Proctor & Redfern Limited

Options pour le traitement ou la destruction des biphényles polychlorés (BPC) et de l'équipement contaminé par des BPC

(Rapport ; SPE 2/HA/1)
Publ. aussi en anglais sous le titre: Options for the treatment/destruction of polychlorinated biphenyls (PCBs) and PCB-contaminated equipment.
Comprend un résumé en anglais.
ISBN 0-662-97164-7
N° de cat. MAS En49-27/2-1F

1. Biphényles polychlorés -- Déchets -- Élimination.
2. Déchets dangereux -- Canada. 3. Huiles minérales.
I. Canada. Environnement Canada. II. Canada. Direction générale de la protection de l'environnement. Bureau de la gestion des déchets. III. Titre. IV. Coll.: Rapport (Canada. Environnement Canada) ; SPE 2/HA/1.

TD897.8C3P7614 1991 628.4'2 C91-098740-8

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1991
N° de cat. En 49-27/2-1F
ISBN 0-662-97164-7

Commentaires

Pour formuler des commentaires sur la teneur du présent rapport, s'adresser à :

M. Dave Campbell
Bureau de la gestion des déchets
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

This report is also available in English under the title *Options for the Treatment/Destruction of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and PCB-contaminated Equipment*. Please contact :

Environmental Protection Publications
Technology Development Branch
Conservation and Protection
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Avis de révision

Le présent rapport a été revu par le Bureau de la gestion des déchets de la Protection de l'environnement, qui en a approuvé la publication. Cette approbation ne signifie pas nécessairement que son contenu est conforme aux vues et aux politiques d'Environnement Canada. Toute mention d'une marque déposée ou d'un produit commercial ne constitue nullement une recommandation de la part d'Environnement Canada.

Résumé

Le présent rapport présente des options en vue du traitement et de la destruction des liquides et de l'équipement contenant des biphényles polychlorés (BPC). On y décrit aussi des techniques de décontamination et de destruction des transformateurs et des condensateurs électriques de rebut, et on présente les options recommandées.

Abstract

This report provides options for the treatment and destruction of liquids and equipment containing polychlorinated biphenyls (PCBs). In addition, waste transformer and capacitor decontamination and destruction technologies are described and recommended options provided.

Table des matières

Résumé v
Abstract vi
Liste des figures ix
Conclusions et recommandations xi

Section 1
Introduction 1

Section 2
Options 3
2.1 Commentaires généraux 3
2.2 Huile minérale contaminée 3
2.2.1 Techniques de traitement 4
2.2.2 Options de traitement 4
2.3 Transformateurs en service contenant de l'huile minérale contaminée 5
2.3.1 Techniques de décontamination 5
2.3.2 Options de décontamination 7
2.4 Transformateurs en service contenant des askarels . . . 9
2.4.1 Techniques de décontamination 9
2.4.2 Options de décontamination 10
2.5 Transformateurs de rebut 11
2.5.1 Techniques de décontamination 11
2.5.2 Options de décontamination 13
2.6 Condensateurs 14
2.6.1 Techniques de décontamination et de destruction des BPC 14
2.6.2 Options de décontamination et de destruction des BPC 15
2.7 Askarels 15
2.7.1 Techniques de destruction 15
2.7.2 Options de destruction 16

Références 19

Annexe A
Installations fixes de destruction des BPC au Canada 21

Annexe B
Le programme de retrait progressif et les options d'élimination aux États-Unis 23

Annexe C
Méthodes de décontamination des transformateurs contenant de l'huile minérale **27**

Annexe D
Incinérateurs de BPC mobiles ou transportables, commerciaux et précommerciaux **29**

Annexe E
Techniques de décontamination des transformateurs de rebut **45**

Liste des figures

1 Diagramme des diverses options de décontamination des transformateurs contenant de l'huile minérale **8**

Conclusions et recommandations

Commentaires généraux

- On dispose des techniques nécessaires pour la destruction ou la décontamination des stocks de BPC du Canada, et le secteur privé est prêt à desservir ce marché à condition que le contexte réglementaire s'y prête.

- Au Canada, la petite taille du marché et le processus souvent lent d'approbation des techniques et des sites font que les entreprises du secteur des déchets dangereux hésitent beaucoup à entrer sur le marché.

- L'expérience américaine en matière de retrait progressif et de destruction des BPC illustre l'importance d'un cadre législatif national clair et concis que peuvent respecter les producteurs de BPC et les entreprises de services.

Huile minérale contaminée

- Au Canada, environ 40 millions de litres d'huile minérale contaminée sont en usage et 5,4 millions de litres sont entreposés.

- Des systèmes mobiles visant à traiter chimiquement l'huile minérale contaminée par des BPC sont éprouvés et disponibles dans le commerce. Plus de 10 millions de litres d'huile minérale contaminée ont été traités au Canada depuis 1983.

- Quatre entreprises exploitent au Canada des systèmes mobiles de traitement chimique et possèdent des permis d'exploitation dans la plupart des provinces. Ensemble, elles ont la capacité de traiter toute l'huile minérale contaminée du Canada dans un délai de deux à trois ans.

- Partout au Canada, les organismes gouvernementaux doivent continuer à faciliter le traitement chimique, dans des installations mobiles, de l'huile minérale contaminée par des BPC en trouvant des solutions aux questions du transport, du regroupement des stocks et du choix de sites pour les installations régionales.

- On devrait encourager le secteur privé à prendre en main tous les aspects du traitement de l'huile minérale contaminée par des BPC.

Transformateurs en service contenant de l'huile minérale contaminée

- On retrouve au Canada, en service, environ 310 000 transformateurs sur poteau (d'une capacité généralement inférieure à 500 L) et 25 000 gros transformateurs de puissance ou de distribution contenant de l'huile minérale contaminée par des BPC.

- L'évaluation et la décontamination de ces transformateurs comportent généralement plusieurs étapes, dont un programme d'essai pour déterminer les transformateurs contenant de l'huile minérale non contaminée, faiblement contaminée (moins de 1 000 ppm) ou fortement contaminée (plus de 1 000 ppm).

- Les petits transformateurs en service faiblement contaminés peuvent être décontaminés à l'aide d'un des procédés de vidange et remplissage.

- Les gros transformateurs en service faiblement contaminés peuvent être décontaminés, sous tension ou hors tension, par vidange et remplissage ou par traitement chimique en direct au moyen d'une unité mobile.

- La décontamination des transformateurs en service fortement contaminés peut nécessiter plusieurs vidanges et remplissages avec de l'huile propre ou plusieurs traitements par une unité mobile. Par ailleurs, il peut être plus économique de mettre ces transformateurs au rebut et de les remplacer; cela dépend de divers facteurs, dont leur durée de vie restante.

- Les techniques de décontamination des transformateurs en service contenant de l'huile minérale sont maintenant bien éprouvées au Canada.

- Partout au Canada, les organismes gouvernementaux doivent continuer de coopérer afin de faciliter l'utilisation de systèmes mobiles de décontamination des transformateurs.

Transformateurs en service contenant des askarels

- On retrouve au Canada environ 7 000 transformateurs en service contenant des askarels.

- Il n'existe que deux options pour traiter ces transformateurs : les décontaminer à l'aide d'une des techniques de reclassement mises au point aux États-Unis, ou les remplacer. Le choix repose principalement sur des facteurs économiques.

Transformateurs de rebut

- Environ 4 000 transformateurs contenant des askarels et 3 000 transformateurs contenant de l'huile minérale contaminée sont actuellement entreposés en vue de leur élimination.

- La meilleure méthode pour les éliminer est de les décontaminer par rinçage au solvant, puis de procéder à la récupération ou à la fusion du métal.

- La décontamination peut se faire à l'aide de systèmes mobiles ou fixes; il faut prévoir une combinaison de ces deux types de systèmes au Canada.

- Au Canada, quelques provinces ont élaboré des critères de décontamination et des méthodes d'essai pour les transformateurs de rebut.

- Pour que la méthode du rinçage au solvant soit utilisée partout, il faudra élaborer au Canada des critères cohérents de décontamination (p. ex., par l'entremise du Conseil canadien des ministres de l'environnement).

Condensateurs

- Au Canada, environ 200 000 condensateurs contenant des BPC sont en service et 110 000 sont entreposés.

- De plus, environ 60 millions de petits condensateurs sont en service dans des ballasts de lampes.

- L'incinération à haute température des condensateurs déchiquetés est la seule méthode de destruction approuvée.

- L'incinération des condensateurs par des installations mobiles est la solution logique en matière de destruction.

Askarels

- Les askarels représentent la quantité la plus importante de BPC au Canada à l'état pur.

- Environ 20 000 t d'askarels sont en service ou entreposées au Canada.

- La seule méthode approuvée de destruction des askarels est l'incinération à haute température.

- L'Alberta Special Waste Treatment Centre de Swan Hills possède le seul incinérateur fixe approuvé pour la destruction des BPC au Canada; il est actuellement réservé pour la destruction des BPC de l'Alberta.

- D'autres incinérateurs fixes de BPC en sont à l'étape de la planification mais ne seront probablement pas en service avant au moins quatre ou cinq ans.

- Des incinérateurs mobiles ou transportables de BPC ont été éprouvés aux États-Unis, et ils constituent la meilleure solution immédiate pour la destruction des stocks canadiens d'askarels.

- Quatre entreprises américaines possédant en tout sept incinérateurs mobiles sont autorisées par l'Environmental Protection Agency des États-Unis à détruire des BPC liquides.

- Un seul gros incinérateur mobile ou transportable pourrait détruire tous les stocks canadiens d'askarels en environ quatre ans, sur un même site.

- Pour les incinérateurs mobiles ou transportables, le choix des sites est très important; il faut déterminer si la population préfère qu'on utilise de petits incinérateurs mobiles sur de nombreux sites, ou encore de gros incinérateurs transportables sur un nombre restreint de sites.

- Étant donné la priorité accordée à la destruction des askarels et les difficultés associées au choix de sites pour les incinérateurs mobiles ou transportables, il est recommandé que le gouvernement fédéral joue un rôle de premier plan pour ce qui est de fournir des sites appropriés.

Section 1

Introduction

À la suite de l'incendie de Saint-Basile-le-Grand en août 1988, le ministre fédéral de l'Environnement a annoncé un plan d'action visant à détruire les BPC utilisés ou entreposés dans les installations fédérales partout au Canada.

Le présent rapport étudie et évalue les techniques qui existent actuellement pour le traitement ou la destruction

- de l'équipement contenant des BPC,
- des askarels, et
- de l'huile minérale contaminée par les BPC.

On y expose des options pour la destruction ou la décontamination des BPC et de l'équipement contaminé par des BPC.

Bien que le rapport ait été rédigé pour aider le gouvernement fédéral à gérer son propre programme de destruction des BPC, on a tenu compte des besoins en matière de traitement et de destruction de tous les BPC du Canada. Ce document ne constitue qu'un guide des techniques actuellement disponibles; chaque situation d'élimination des BPC nécessite une évaluation et une solution particulières.

Seules les techniques de traitement et de destruction des BPC qui ont atteint les stades commercial et précommercial ont été étudiées. Pour qu'on la considère commerciale, une technique doit avoir été utilisée avec succès sur le terrain, à l'échelle commerciale et de façon continue et régulière, et elle doit avoir été approuvée par un organisme de réglementation.

Nous n'avons pas tenu compte des installations fixes situées à l'extérieur du Canada pour les raisons qui suivent :

- Aux États-Unis, depuis le 1er mai 1980, un règlement (*Code of Federal Regulations, 40 CFR Part 761*) interdit l'importation ou l'exportation de BPC (plus de 50 ppm).
- Au Canada, l'exportation de déchets contenant des BPC est interdite (*Règlement sur l'exportation de déchets contenant des BPC, Gazette du Canada*, partie II, vol. 124, nº 17, p. 3397).

La seule installation fixe d'incinération des BPC actuellement en exploitation au Canada se trouve à Swan Hills (Alberta). Comme on ne progresse que lentement pour ce qui est de faire autoriser la construction d'autres installations de ce genre au Canada, notre étude a porté essentiellement sur les systèmes mobiles ou transportables de traitement et de destruction qui sont disponibles sur le marché ou qui pourraient facilement être utilisés au Canada.

Les incinérateurs mobiles sont de petits systèmes, généralement d'une capacité inférieure à 2 t/h, dont l'installation sur le site nécessite moins de deux semaines, tandis que les incinérateurs transportables sont de plus gros systèmes, généralement d'une capacité de 5 à 10 t/h, dont l'installation sur le site requiert six semaines.

En élaborant les options de traitement et de destruction des BPC décrites ci-après, nous avons cherché à assortir les capacités des techniques éprouvées de traitement et de destruction des BPC aux stocks canadiens d'équipement, d'askarels et d'huile minérale contaminés par des BPC. Dans la plupart des cas, nous avons adopté un point de vue général, car il y avait trop de combinaisons différentes concernant le type de déchets, la taille des producteurs et l'emplacement des installations pour que nous puissions élaborer des stratégies détaillées.

Des rapports préparés antérieurement pour Environnement Canada (1983, 1989) identifiaient une vaste gamme de techniques de destruction des BPC en vue de leur évaluation; nous les avons revus et, au besoin, nous avons mis à jour l'information qu'ils fournissaient.

Section 2

Options

Le succès de tout programme de retrait progressif des BPC dépendra, dans une large mesure, de la disponibilité au Canada d'installations de traitement et de destruction de ces substances. La présente section décrit les stocks canadiens de déchets contenant des BPC, les techniques disponibles pour leur traitement ou leur destruction, et les stratégies à adopter pour mettre en application ces techniques.

2.1 Commentaires généraux

L'Alberta Special Waste Treatment Centre de Swan Hills est la seule installation fixe opérationnelle et commerciale au Canada. Cependant, elle ne peut être utilisée que pour détruire les BPC de l'Alberta. Nous supposons donc que les BPC qui se trouvent en Alberta seront éliminés dans cette installation et que celle-ci ne jouera aucun rôle dans l'élimination des BPC qui se trouvent à l'extérieur de la province.

Une autre installation fixe, qui en est à l'étape de la planification avancée, est celle de la Société ontarienne de gestion des déchets (SOGD), qui devrait être construite près de Bismarck dans le sud de l'Ontario. On trouvera à l'annexe A des descriptions de l'installation de Swan Hills et de l'installation prévue de la SOGD. Le gouvernement de la Colombie-Britannique a aussi établi des plans initiaux en vue de la construction d'une installation d'élimination de déchets dangereux.

La société PPM Canada possède en Saskatchewan une installation fixe de traitement chimique de l'huile minérale contaminée par des BPC, qui fait appel à la même technique que ses unités mobiles (*cf.* 2.2).

La plupart des techniques actuellement utilisées au Canada, disponibles en vue d'une utilisation ou proposées pour une utilisation future ont été mises au point aux États-Unis, pour le marché américain, dans le cadre du programme de retrait progressif des BPC aux États-Unis et des méthodes d'élimination homologuées prévues dans le *Code of Federal Regulations, 40 CFR Part 761* (en vertu de la *Toxic Substances Control Act* [*TSCA*] des États-Unis). On trouvera à l'annexe B une description du plan américain de retrait progressif et des pratiques actuelles de remplacement et d'élimination des BPC aux États-Unis.

Le programme américain de retrait progressif et d'élimination des BPC semble bien se dérouler. L'une des principales raisons de ce succès consiste en l'adoption, dès le début, de lois nationales claires, concises et cohérentes visant à réglementer ce programme.

2.2 Huile minérale contaminée

Au Canada, environ 40 millions de litres d'huile minérale contaminée par des BPC sont en usage et 5,4 millions de litres sont entreposés. La présente sous-section ne porte que sur le traitement chimique des BPC contenus dans l'huile minérale et non sur la décontamination des transformateurs contenant de l'huile minérale.

2.2.1 Techniques de traitement

Des systèmes mobiles de traitement chimique de l'huile minérale contaminée par des BPC sont en exploitation au Canada à l'échelle commerciale depuis 1983. On les a utilisés dans neuf provinces pour traiter plus de 10 millions de litres d'huile minérale contaminée. On peut considérer que les entreprises en exploitation au Canada en vertu de divers permis fédéraux ou provinciaux disposent de techniques commerciales éprouvées.

Ces permis d'exploitation limitent la concentration maximale de BPC dans l'huile minérale non traitée. L'industrie du traitement chimique des BPC estime que plus de 75 % de tous les transformateurs contenant de l'huile minérale contaminée (plus de 50 ppm) ont des concentrations de BPC inférieures à 500 ppm, et que 95 % présentent des concentrations inférieures à 1 000 ppm. Elle a donc conçu son équipement de façon à répondre à ces conditions du marché.

Aux termes des permis d'exploitation accordés au Canada, les systèmes de traitement chimique peuvent traiter de l'huile minérale contaminée contenant au départ jusqu'à 14 000 ppm de BPC, selon le procédé utilisé. Tous les systèmes doivent garantir que l'huile minérale est décontaminée jusqu'à une concentration égale ou inférieure à 2 ppm.

Au Canada et aux États-Unis, la plupart des unités mobiles de traitement chimique font appel à des techniques basées sur l'utilisation du sodium, qui réagit de façon sélective avec le chlore des molécules de BPC pour produire du chlorure de sodium et un biphényle non halogéné. Un autre procédé de traitement chimique, qui fait appel au PEG/KOH (polyéthylèneglycol/ hydroxyde de potassium) comme réactif, devient aussi de plus en plus couramment utilisé.

Au Canada, les sociétés PPM Canada, Rondar, Sanexen International et ENSR Operations (anciennement Sun Environmental) exploitent des unités commerciales mobiles de traitement chimique.

Les entreprises de traitement chimique offrent généralement une gamme de services, dont un grand nombre visent particulièrement la décontamination des transformateurs contenant de l'huile minérale. Ces services sont décrits à la sous-section 2.3.

2.2.2 Options de traitement

Actuellement, le marché du traitement de l'huile minérale contaminée par des BPC est bien desservi par quatre entreprises qui exploitent au total de cinq à neuf installations (certaines desservant tant les États-Unis que le Canada), selon la demande. Avec ces neuf installations, chacune fonctionnant à une capacité maximale moyenne de 2,25 millions de litres par année, on pourrait traiter 20,25 millions de litres d'huile minérale par année; les stocks canadiens de 44 millions de litres d'huile minérale contaminée pourraient donc être traités en deux à trois ans. Ce calcul ne tient pas compte de plusieurs hypothèses et facteurs importants; notamment, sur le plan logistique, il faudrait soumettre à des essais, vider et remplir à nouveau les quelque 335 000 transformateurs en service qui contiennent la majeure partie de l'huile à traiter.

La demande en matière de traitement de l'huile minérale contaminée pourrait augmenter considérablement si l'huile minérale faisait l'objet d'un programme accéléré de retrait progressif. Les entreprises

qui desservent actuellement le marché s'arrangeraient probablement pour répondre à cette demande accrue en construisant d'autres installations mobiles (ce qui prendrait de quatre à six mois et coûterait de 500 000 à 800 000 $ l'unité). Le processus souvent lent d'approbation des techniques par les provinces découragerait probablement de nouvelles entreprises d'entrer sur un marché déjà très compétitif.

L'utilisation de systèmes mobiles de traitement chimique est généralement rentable dès qu'il faut traiter plus de 10 000 L d'huile contaminée sur un même site. Or, les producteurs des BPC, c'est-à-dire leurs propriétaires actuels ou les personnes, compagnies ou organismes qui en sont responsables, ne disposent pas tous d'une telle quantité d'huile contaminée; il peut alors valoir la peine de regrouper les stocks. De plus, on devrait autoriser et encourager les producteurs à utiliser de la façon la moins coûteuse possible l'équipement mobile obtenu à contrat en s'organisant entre eux de façon à trouver des sites de traitement centralisés dans leur région immédiate. Certains gouvernements provinciaux favorisent cette pratique en autorisant le regroupement des substances entreposées et les activités de transport connexes. Il peut toutefois être difficile de trouver des producteurs qui soient prêts à recevoir une installation de traitement, en raison des responsabilités qui pourraient en découler sur le plan environnemental.

L'industrie du traitement chimique préférerait établir ses propres sites semi-permanents pour son équipement mobile; les petits et les gros producteurs de BPC seraient ainsi desservis de façon économique. PPM Canada possède une installation de ce genre en Saskatchewan. D'autres projets visant à établir des sites permanents ou semi-permanents pour des installations mobiles de traitement chimique au Canada ont subi des retards en matière d'approbation. On devrait encourager les gouvernements provinciaux à simplifier les modalités d'approbation de sites de ce genre.

Le coût du traitement de l'huile minérale varie de 1 $/L, pour le traitement sur place de grandes quantités d'huile en vrac à faible concentration initiale de BPC, à 5,50 $/L pour le traitement de faibles volumes ou pour les contrats dans des endroits éloignés. En général, le coût des contrats de traitement d'huile en vrac varie entre 1,50 et 2 $/L.

En résumé, l'huile minérale contaminée par des BPC peut être traitée de façon adéquate et rentable par les entreprises existantes de traitement chimique, si l'on prévoit l'addition de quelques sites semi-permanents équipés d'installations mobiles pour desservir les petits producteurs.

2.3 Transformateurs en service contenant de l'huile minérale contaminée

On retrouve au Canada, en service, environ 310 000 transformateurs sur poteau (d'une capacité généralement inférieure à 500 L) et 25 000 gros transformateurs de puissance et de distribution contenant de l'huile minérale contaminée par des BPC.

2.3.1 Techniques de décontamination

Toutes les techniques actuellement utilisées pour décontaminer les transformateurs en service contenant de l'huile minérale contaminée font appel à des méthodes visant à remplacer l'huile contaminée par de l'huile propre.

Les normes établies ou acceptées par les gouvernements provinciaux (sous forme de règlement en Ontario seulement) pour la

décontamination des transformateurs contenant de l'huile minérale reposent sur ce que l'on appelle communément «l'essai de 90 jours». L'huile minérale contenue dans le transformateur est soumise à un essai 90 jours après la décontamination afin de vérifier si elle contient moins de 50 ppm de BPC. Si les résultats de l'essai indiquent une concentration inférieure à 50 ppm, le transformateur est considéré comme ne contenant pas de BPC.

S'il faut attendre 90 jours, c'est qu'on doit tenir compte du fait qu'aucune méthode de décontamination ne peut débarrasser complètement l'intérieur des transformateurs de tous les BPC. Des BPC résiduels sont absorbés dans les matières à base de bois et de papier des transformateurs et dans l'huile minérale emprisonnée dans les petits espaces intérieurs des appareils. Après que de l'huile minérale propre a été ajoutée aux transformateurs, ces BPC résiduels sont lessivés et passent des matériaux contaminés dans l'huile propre. Ce lessivage est généralement terminé après 90 jours dans un transformateur en service.

Il existe plusieurs méthodes de décontamination, dont le choix dépend

- du niveau de la contamination initiale,
- de la nécessité éventuelle de maintenir le transformateur sous tension, lorsque aucune mise hors service n'est permise, et
- du nombre et de la taille des transformateurs.

Le niveau de la contamination initiale par des BPC influe sur les résultats de l'essai de 90 jours. Quelle que soit la méthode de décontamination utilisée, plus la concentration initiale de BPC est élevée, plus les résultats de l'essai de 90 jours le sont aussi. Il faut donc choisir une méthode de décontamination qui garantit que l'huile minérale contiendra moins de 50 ppm de BPC après 90 jours. En règle générale, le coût de la décontamination augmente proportionnellement à la concentration initiale de BPC.

Pour certaines industries et certains services gouvernementaux, il est impossible ou trop coûteux d'interrompre une alimentation essentielle en électricité. Ainsi, la possibilité de décontaminer des transformateurs sous tension peut influer sur le choix de la méthode utilisée, et il en coûte plus pour décontaminer des transformateurs sous tension que des transformateurs hors tension.

Le nombre et la taille des transformateurs jouent un rôle important dans le choix des méthodes les plus économiques (une fois qu'on a satisfait aux autres critères de sélection). Les méthodes qui sont économiques pour les gros transformateurs (d'une capacité supérieure à 10 000 L) ou pour des groupes de transformateurs de taille moyenne ne le sont généralement pas pour les transformateurs sur poteau (d'une capacité généralement inférieure à 500 L).

Voici les méthodes de décontamination les plus courantes et les pourcentages de lessivage prévus :

- Décontamination en direct par une unité mobile de traitement chimique, le transformateur étant sous tension ou hors tension; lessivage prévu de 3 à 5 %.
- Vidange et remplissage (rinçage) à chaud avec 1,5 fois le volume d'huile minérale chaude; lessivage prévu de 5 %.
- Vidange et remplissage (rinçage) à froid avec un volume d'huile minérale propre,

effectué à trois reprises; lessivage prévu de 10 %.

- Vidange et remplissage à froid avec un volume d'huile minérale propre; lessivage prévu de 15 %.

L'expression «vidange et remplissage», utilisée dans l'industrie du traitement des BPC, désigne l'opération qui consiste à vider un transformateur contaminé de son liquide et à le remplir avec un liquide propre. On procède à cette opération dans des conditions contrôlées afin de prévenir tout dommage au transformateur et d'assurer l'élimination efficace des BPC.

On trouvera à l'annexe C une description plus détaillée de la technique et des méthodes de décontamination.

Toutes les méthodes de décontamination énumérées ci-dessus conviennent à des transformateurs dont les concentrations initiales de BPC sont inférieures à 1 000 ppm. Plus la concentration initiale dépasse 1 000 ppm, moins il est probable qu'une seule application d'une de ces méthodes donnera une concentration de BPC inférieure à 50 ppm après 90 jours. Il faudra donc appliquer la même méthode plusieurs fois (à plusieurs mois d'intervalle), bien que cela puisse être excessivement coûteux comparativement au remplacement des transformateurs.

2.3.2 Options de décontamination

Les entreprises de services publics qui possèdent un grand nombre de transformateurs contenant de l'huile minérale appliquent des programmes internes d'essai et de vidange et remplissage. Les autres propriétaires de transformateurs font généralement appel à l'une des entreprises de services de gestion des BPC qui fournissent également des services mobiles de traitement chimique, comme PPM Canada, Rondar, Sanexen International et ENSR Operations. Ces compagnies offrent généralement une garantie de l'essai de 90 jours pour leurs travaux de décontamination.

La variété des options de décontamination disponibles et la diversité encore plus grande des situations des propriétaires rendent complexe le choix des options. La figure 1 présente un diagramme simplifié qui peut servir de guide pour choisir les options de décontamination convenant aux différents types de transformateurs. Ce diagramme ne tient pas compte de facteurs tels que le nombre d'appareils à décontaminer, les calendriers d'entretien et de remplacement des transformateurs, la situation géographique, l'accès au site ainsi que les règlements municipaux et provinciaux. Il suppose également que le propriétaire dispose d'un nombre suffisant de transformateurs; autrement dit, il ne serait pas très utile aux propriétaires d'un ou deux petits transformateurs. Bon nombre des décisions prévues dans le diagramme doivent être prises en fonction de facteurs économiques, les nombreuses variables en jeu déterminant en fin de compte les coûts propres à chaque site ou à chaque cas. Cependant, des barèmes généraux des coûts sont utilisés dans l'industrie des services de gestion des BPC ou ont été élaborés par les grandes entreprises de services publics.

Le coût des essais, de la vidange et du remplissage de transformateurs contenant de l'huile minérale faiblement contaminée peut être d'environ 2 à 3 $/L si l'on traite de grands nombres d'appareils (milliers), et il peut varier entre 5 et 10 $/L si l'on n'en traite que de petits nombres. En raison de leur difficulté d'accès et leur petite taille, les transformateurs sur poteau coûtent plus cher à décontaminer par litre que les

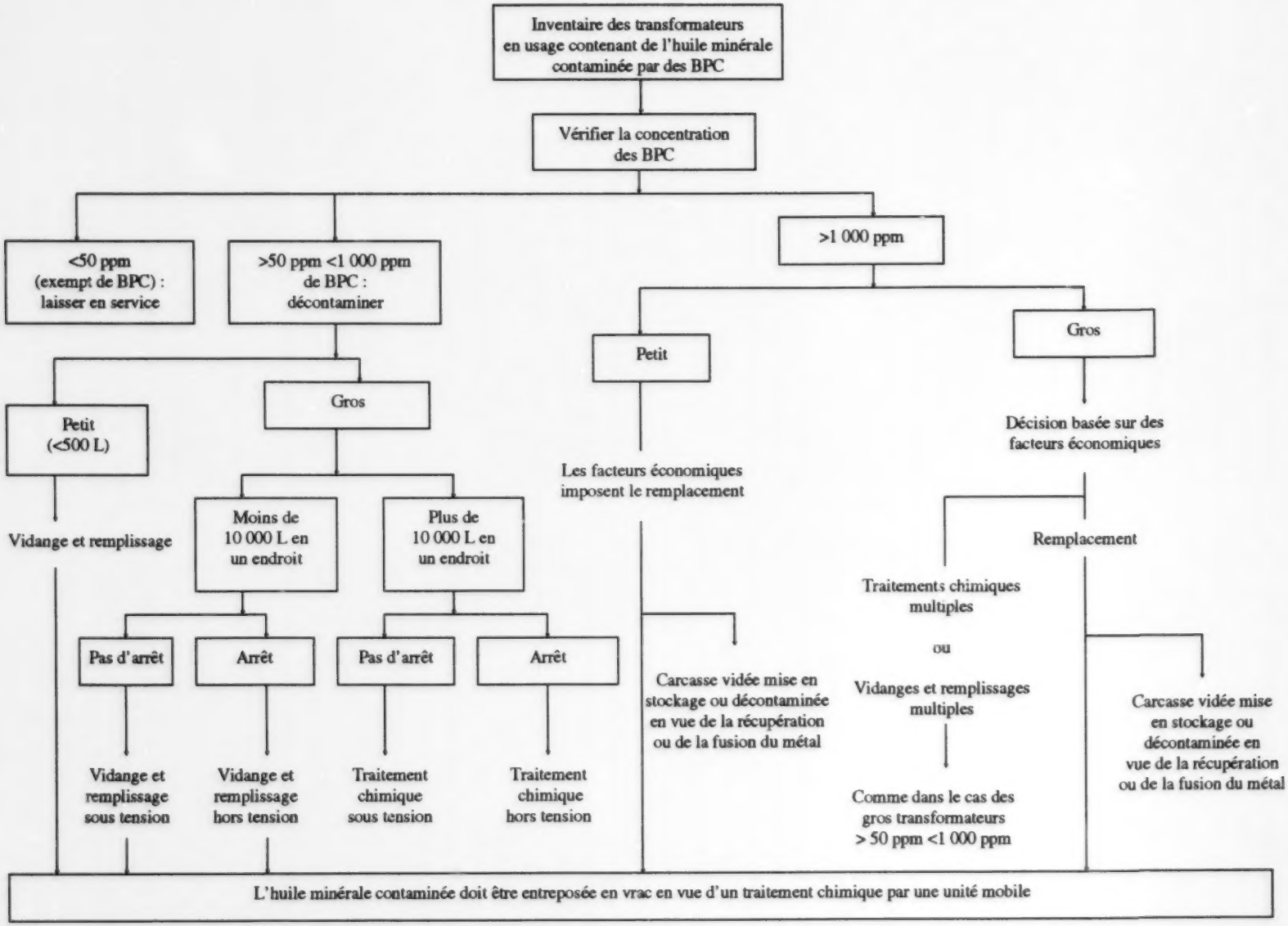


Figure 1 **Diagramme des diverses options de décontamination des transformateurs contenant de l'huile minérale**

transformateurs au sol. Les propriétaires de nombreux transformateurs sur poteau constateront que le coût des essais, de la vidange et du remplissage de ces transformateurs peut représenter jusqu'à deux fois ces montants. Ceux-ci comprennent le coût du traitement chimique des BPC contenus dans l'huile contaminée.

Pour les propriétaires d'un petit nombre de transformateurs contenant de l'huile minérale, la meilleure solution peut être de faire appel à l'une des entreprises qui offrent des services d'essai et de vidange et remplissage.

Le coût de la décontamination des transformateurs contenant de l'huile minérale contaminée à des concentrations supérieures à 1 000 ppm de BPC peut être deux ou trois fois plus élevé, étant donné qu'un seul traitement n'est probablement pas suffisant pour réduire la concentration des BPC à moins de 50 ppm après 90 jours.

Les propriétaires de nombreux transformateurs pourraient, aux endroits où les règlements le permettent, mélanger l'huile minérale fortement contaminée retirée des transformateurs à de l'huile minérale contenant des concentrations plus faibles de BPC (pour réduire, si nécessaire, la concentration globale de BPC), et faire traiter par lots l'huile résultant de cette opération dans des installations mobiles de traitement chimique.

Les propriétaires de petits nombres de transformateurs contenant de l'huile minérale fortement contaminée peuvent procéder de la même façon que les gros producteurs s'ils possèdent la quantité minimale requise de 10 000 L d'huile contaminée à traiter ou s'ils coopèrent avec d'autres producteurs (*cf.* 2.2).

2.4 Transformateurs en service contenant des askarels

Il y a environ 7 000 transformateurs en service contenant des askarels au Canada.

2.4.1 Techniques de décontamination

En raison du lessivage (*cf.* 2.4), il est très difficile et coûteux de décontaminer les transformateurs contenant des askarels à l'aide des procédés de vidange et de remplissage qui s'avèrent efficaces dans le cas des transformateurs contenant de l'huile contaminée. C'est pourquoi d'autres méthodes ont été mises au point et utilisées aux États-Unis et, dans une moindre mesure, au Canada pour décontaminer ces transformateurs.

Fondamentalement, ces méthodes prévoient toutes le remplacement des liquides originaux contenant des askarels par un liquide spécial de lessivage des BPC. Pendant une période de plusieurs mois, le transformateur étant toujours en service, on remplace à plusieurs reprises ce liquide, de façon à récupérer les BPC, ou une petite unité de distillation fixée au transformateur récupère de façon continuelle les BPC contenus dans le liquide de lessivage.

Au Canada, deux compagnies, ENSR Operations et Westinghouse Electric Corporation, offrent des procédés de décontamination des transformateurs en service contenant des askarels.

Le procédé de ENSR Operations, appelé *System 50*, prévoit d'abord une évaluation du transformateur pour savoir s'il se prête à la décontamination et quelle est sa durée de vie restante. S'il vaut la peine de le décontaminer, on procède comme suit :

a) Mettre le transformateur hors tension, en retirer le liquide contenant les BPC et le munir de nouveaux joints d'étanchéité statiques.

b) Remplir le transformateur de liquide *System 50* et le remettre sous tension.

c) Fixer le processeur *System 50* au transformateur; le processeur récupère les BPC du liquide *System 50* au cours d'une période de trois à six mois, pendant qu'ils sont lessivés de l'intérieur du transformateur.

d) Stocker les BPC ainsi récupérés sur la propriété du producteur en vue d'une incinération éventuelle.

e) Enlever le processeur *System 50*.

f) Vérifier la concentration de BPC après 90 jours.

Le liquide diélectrique *System 50*, produit par Occidental Chemical Corporation, est du perchloroéthylène très purifié fabriqué spécialement pour les transformateurs. Le perchloroéthylène est un solvant qui favorise le lessivage des BPC présents à l'intérieur des transformateurs. Il est facilement distillé dans l'unité de distillation fixée aux appareils.

ENSR Operations a utilisé ce système avec succès dans l'Ouest canadien et dans les Maritimes.

Westinghouse Electric Corporation possède un système semblable appelé *Transform*, qui fait aussi appel au perchloroéthylène comme liquide de lessivage provisoire et à une unité de distillation fixée aux transformateurs pour en récupérer les BPC. Le silicone est généralement utilisé comme liquide de remplacement permanent.

Aux États-Unis, Unison Transformer Services applique un procédé à peu près semblable de décontamination des transformateurs contenant des askarels, appelé *Reclass 50*. L'huile contaminée est retirée du transformateur et un liquide provisoire y est versé pour favoriser le lessivage des BPC. Ce liquide demeure dans le transformateur durant au moins trois à quatre mois. Au cours de la période de lessivage, le liquide provisoire est retiré du transformateur, les BPC sont récupérés, et le liquide provisoire est réintroduit dans le transformateur pour y lessiver davantage de BPC. À la fin du processus, un liquide diélectrique permanent (généralement du silicone) remplace le liquide provisoire. Plusieurs courtes interruptions de courant sont nécessaires lors du changement des divers liquides. On peut séparer les BPC du liquide provisoire sur place ou dans des installations de récupération du solvant. D'après Unison, la décontamination de transformateurs qui contenaient au départ des concentrations moyennes de 600 000 ppm de BPC a permis d'obtenir des teneurs finales de 20 ppm ou moins, et le procédé de vidange et de remplissage n'endommage pas le transformateur.

Toutefois, certaines recherches récentes (Myers et Kelly, 1991) donnent à croire qu'une période de 90 jours ne suffit peut-être pas pour permettre aux concentrations de BPC de se stabiliser et que la teneur en BPC de certains transformateurs, inférieure à 50 ppm après 90 jours, a ensuite augmenté au-delà de ce niveau.

2.4.2 Options de décontamination

Les services de décontamination décrits ci-dessus pour les transformateurs en service contenant des askarels coûtent cher. C'est là une des raisons pour lesquelles au moins quelques entreprises de services offrent une évaluation des transformateurs afin de savoir

s'il est préférable de les décontaminer ou de les remplacer.

Comme les prix varient de 25 à 33 $/L (y compris l'incinération des BPC, option possible seulement aux États-Unis), le propriétaire doit comparer le coût du remplacement (y compris l'élimination des transformateurs existants contenant des askarels; *cf.* 2.5) au coût de la décontamination en vue d'une utilisation prolongée des transformateurs. La durée de vie restante des transformateurs contenant des askarels est un facteur clé dans cette décision. D'autres facteurs influent sur les coûts, dont le nombre et la taille des transformateurs, la situation géographique, l'accès au site et les règlements locaux et provinciaux.

La meilleure façon de connaître le coût estimatif de tels travaux est d'entrer en contact avec une ou deux entreprises de services, de leur fournir les détails des stocks et les autres renseignements utiles et de leur demander une offre. Cette offre peut ensuite servir à décider si l'on va décontaminer ou remplacer les transformateurs.

2.5 Transformateurs de rebut

Environ 4 000 transformateurs contenant des askarels et 3 000 transformateurs contenant de l'huile minérale contaminée sont entreposés au Canada en attendant d'être éliminés. La décontamination des transformateurs en service contenant des askarels coûte cher; la solution consistant à les remplacer et à les détruire deviendra probablement de plus en plus populaire à mesure que le programme canadien de retrait progressif des BPC sera appliqué. Étant donné que la décontamination de transformateurs en service contenant de l'huile minérale faiblement contaminée par des BPC est relativement bon marché, il est peu probable que le nombre de ces transformateurs entreposés en vue de leur élimination augmentera considérablement.

2.5.1 Techniques de décontamination

On appelle «transformateur de rebut» tout transformateur qui, avant d'être vidé à des fins d'entreposage ou d'élimination, contenait des liquides dont la concentration en BPC était supérieure à 50 ppm. Les méthodes de décontamination décrites ci-après s'appliquent donc à toutes les carcasses de transformateurs, que ceux-ci aient contenu de l'huile minérale contaminée ou des askarels.

Aux États-Unis, il existe deux méthodes réglementaires pour l'élimination des transformateurs contaminés par des BPC (désignés comme tels aux États-Unis lorsqu'ils contiennent plus de 500 ppm de BPC) : la mise en décharge et la récupération ou la fusion du métal. Pour qu'un transformateur qui contenait plus de 500 ppm de BPC soit considéré comme décontaminé en vue de la récupération ou de la fusion éventuelles du métal, des essais de décontamination en surface portant sur ses pièces doivent indiquer que les teneurs en BPC sont égales ou inférieures à 1 mg/m^2, ce qui équivaut à peu près à 2 ppm. Cette teneur est la ligne de conduite adoptée par l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis pour la décontamination des transformateurs et constitue la teneur de décontamination en surface établie par le *Code of Federal Regulations (40 CFR 761.125)* des États-Unis.

À l'heure actuelle, trois entreprises américaines détiennent un permis de l'EPA pour exploiter des procédés de décontamination de transformateurs en vue de la récupération ou de la fusion du métal : Unison, d'Ashtabula en Ohio, S.D. Myers,

d'Akron en Ohio et National Electric/Aptus, de Coffeyville au Kansas.

Voici les principaux éléments de la méthode actuellement approuvée aux États-Unis pour décontaminer, dans des installations fixes, des transformateurs de rebut ayant contenu des BPC :

a) Avant le transport du transformateur vers l'installation de décontamination, on en retire le liquide résiduel contenant des BPC (en vue de son élimination éventuelle par incinération).

b) À l'installation de décontamination, le transformateur vidé est nettoyé une première fois pour réduire l'exposition des travailleurs aux BPC.

c) L'unité est démontée et ses éléments, comme la cuve, les tôles, les enroulements et les bornes, sont séparés.

d) Les éléments sont nettoyés avec un solvant qui est distillé en vue d'une réutilisation.

e) Les liquides contenant des BPC et les éléments combustibles (principalement les matières à base de bois et de papier) sont expédiés à un incinérateur de BPC.

f) Après un essai, les éléments métalliques sont fondus en vue de la récupération du métal.

Une entreprise canadienne, Sanexen International (une division de Sanivan) de Montréal, a appliqué à des fins commerciales, au Québec et au Manitoba, une technique de décontamination des transformateurs contenant des askarels. Les teneurs établies par Environnement Québec dans ses directives sur la décontamination d'octobre 1985 sont de 1,25 mg/m^2 pour l'Arochlor 1260 et 1254, et de 2,5 mg/m^2 pour l'Arochlor 1242. Ces teneurs s'appliquent seulement à l'enveloppe du transformateur. Afin de savoir si le coeur du transformateur a été décontaminé de façon satisfaisante, on en prélève un échantillon qu'on fait tremper dans un solvant pour en récupérer les BPC résiduels; on peut alors calculer la concentration de BPC dans l'échantillon en fonction du poids relatif de chaque élément du coeur. En coopération avec S.D. Myers, Sanexen International a établi les poids relatifs au cours d'études antérieures. Si le coeur contient 50 ppm ou moins de BPC, il peut être expédié pour récupération ou fusion du métal.

Chem-Security (Alberta) mène actuellement, à l'installation de Swan Hills, des travaux de recherche-développement sur la décontamination des transformateurs en vue de la récupération ou de la fusion du métal. Là encore, la méthode consiste à rincer les appareils au solvant et à récupérer le solvant par distillation. Des négociations sont en cours avec la division des déchets et des produits chimiques du ministère de l'Environnement de l'Alberta pour élaborer une méthode et fixer un niveau de décontamination des transformateurs.

À l'exception de l'installation de Swan Hills, le Canada ne possède pas d'incinérateur approuvé pour les BPC, ce qui constitue pourtant un élément clé de ces méthodes de décontamination. Avant l'interdiction de l'exportation de déchets contenant des BPC (août 1990), Sanexen International expédiait les liquides contenant des BPC et les autres combustibles produits lors de ses opérations de décontamination en France, en vue d'une incinération autorisée.

L'incinération de transformateurs déchiquetés constitue une solution de rechange aux méthodes de décontamination par rinçage au solvant. Toutefois, comme la seule installation fixe d'incinération des

BPC dont on dispose au Canada est celle de Swan Hills, cette méthode n'est pas disponible sur le marché canadien à l'extérieur de l'Alberta. Cependant, on l'a utilisée dans deux projets d'incinération de BPC dans des installations mobiles au Canada en 1990-1991.

Après dosage des BPC, le métal incinéré pourrait être mis en décharge ou récupéré et fondu, selon les règlements locaux et provinciaux. La récupération du métal est plus difficile lorsque les transformateurs sont déchiquetés, car cette opération mélange les différents types de métaux, qu'il faut ensuite séparer pour les récupérer.

Les exploitants d'incinérateurs à four rotatif trouvent que l'incinération des métaux use et ronge la brique réfractaire des fours à une vitesse alarmante; les transformateurs ne constituent donc pas une charge d'alimentation souhaitable.

2.5.2 *Options de décontamination*

Aux États-Unis et, dans une moindre mesure, au Canada, des entreprises de services ont décontaminé de façon satisfaisante des transformateurs de rebut contaminés par des BPC en vue de la récupération ou de la fusion du métal. Ces techniques de décontamination pourraient être utilisées partout au Canada si une norme cohérente, semblable à celle de l'EPA aux États-Unis, était fixée et appliquée. Cela encouragerait les entreprises de services à accroître leurs activités au Canada ou à entrer sur le marché canadien.

Aux États-Unis, les installations de décontamination sont fixes; cependant, au Canada, Sanexen International exploite son procédé de décontamination dans une installation mobile. Le nombre de transformateurs entreposés contenant des askarels est important et s'accroîtra probablement dans l'avenir. Toutefois, la décontamination de ces transformateurs pourrait ne pas justifier, sur le plan économique, l'établissement d'une installation fixe de décontamination, sauf en Ontario ou au Québec; dans les autres régions, des installations mobiles pourraient être préférables. Ce service sera tout probablement fourni par les exploitants actuels d'installations mobiles de traitement chimique, pour qui la décontamination des transformateurs de rebut contaminés par des BPC constitue évidemment un service additionnel à offrir à leurs clients.

L'incinération des liquides et des matériaux combustibles contenant des BPC constitue un élément clé de cette stratégie. Cela ne présente pas de problème en Alberta, étant donné l'accessibilité de l'incinérateur de Swan Hills. Ailleurs au Canada, toutefois, les liquides et les combustibles contaminés par des BPC doivent être entreposés sur la propriété même du producteur.

La sous-section 2.7 traite des options relatives à l'incinération des BPC dans des installations mobiles. Pour les liquides et les combustibles contenant des BPC produits par la décontamination des transformateurs de rebut, il faut également prévoir une stratégie d'incinération dans des installations mobiles.

Jusqu'à ce que des installations d'incinération des BPC (mobiles ou fixes) soient plus faciles d'accès au Canada, les propriétaires de transformateurs de rebut peuvent réduire leur volume d'entreposage d'équipement contenant des BPC en faisant appel à l'une des entreprises offrant un service de décontamination des transformateurs de rebut. Les propriétaires doivent d'abord s'assurer, auprès du ministère de l'Environnement de leur province, que les méthodes de

décontamination sont approuvées, qu'il est possible d'obtenir les teneurs en BPC proposées après la décontamination et que ces teneurs permettront l'élimination des parties métalliques par fusion.

Le coût de la décontamination de transformateurs en vue de la récupération ou de la fusion du métal varie de 1,76 à 5,50 $/kg, selon le poids des transformateurs (vidés).

Il est recommandé que le Conseil canadien des ministres de l'environnement mette au point, en vue de la décontamination et du déclassement des transformateurs de rebut contaminés par des BPC, une norme qui permettra la récupération ou la fusion du métal des diverses parties de ces transformateurs. Une norme semblable à celle utilisée par l'EPA des États-Unis faciliterait l'utilisation des méthodes de décontamination américaines.

L'option qui consiste à déchiqueter les transformateurs et à incinérer les parties déchiquetées dans des incinérateurs mobiles de BPC mérite d'être étudiée. Elle est beaucoup plus difficile à appliquer que le rinçage au solvant dans des unités mobiles de décontamination, en raison des exigences relatives aux sites des incinérateurs. Cependant, si un incinérateur mobile doit être installé dans une région pour la destruction de déchets contenant des BPC tels que des askarels et des condensateurs, il peut être économique de l'utiliser aussi pour les transformateurs. Le coût du déchiquetage et de l'incinération est d'environ 2 200 $/t, ce qui se compare très avantageusement au coût de la décontamination par rinçage au solvant.

2.6 Condensateurs

Il y a 200 000 condensateurs en service et 110 000 condensateurs entreposés au Canada. Leur poids varie généralement entre 14 et 91 kg. De plus, 63 millions de petits condensateurs sont en service dans des ballasts de lampes, et 620 fûts de 205 L de ballasts de lampes contenant des condensateurs sont entreposés au Canada. Étant donné que presque tous les condensateurs électriques fabriqués entre 1930 et 1978 contiennent des liquides à base de BPC, on doit supposer que tous les condensateurs contiennent des BPC, à moins que le fabricant ne leur ait apposé une étiquette précisant que ce n'est pas le cas.

2.6.1 Techniques de décontamination et de destruction des BPC

Dans le cadre du programme américain de retrait progressif des BPC, on devait retirer tous les gros condensateurs des zones où l'on retrouve de la nourriture ou des aliments pour animaux et des secteurs dont l'accès est libre avant le 1er octobre 1988, et les éliminer dans des incinérateurs des BPC approuvés au plus tard un an après leur retrait. L'incinération de ces substances est maintenant presque terminée.

Normalement, les condensateurs sont déchiquetés avant d'être incinérés. Les parties métalliques décontaminées peuvent être soit expédiées pour récupération ou fusion du métal, soit enfouies dans une décharge pour déchets non dangereux, la méthode la plus économique étant retenue.

Au Canada, outre l'incinérateur de Swan Hills, il n'existe aucune installation fixe d'incinération de BPC. À Swan Hills, Chem-Security (Alberta) fait l'incinération de condensateurs et de ballasts de lampes dans le four oscillant de son installation.

Deux incinérateurs mobiles de BPC ont été utilisés au Canada pour brûler des condensateurs déchiquetés (à Smithville en Ontario et à Goose Bay au Labrador).

2.6.2 Options de décontamination et de destruction des BPC

L'Ontario, Terre-Neuve et l'Alberta, ainsi que le gouvernement fédéral, n'ont approuvé que l'incinération à haute température pour la destruction des BPC contenus dans les condensateurs et les ballasts de lampe, du moins dans le cadre de projets particuliers. Or, sauf en Alberta, les installations fixes d'incinération des BPC n'en sont encore qu'au stade de la planification et ne seront pas prêtes avant au moins quatre à cinq ans. La seule solution pratique à court terme est donc l'incinération dans des installations mobiles, dont on traitera en détail à la sous-section 2.7.

Jusqu'à ce que l'incinération dans des installations mobiles soit très accessible au Canada, la seule option qui reste est l'entreposage sécuritaire des condensateurs et des ballasts de lampes.

2.7 Askarels

Au Canada, environ 13 700 t d'askarels sont utilisées dans l'équipement électrique et 6 000 t sont entreposées. Ces stocks d'askarels représentent la majeure partie des BPC à l'état pur au Canada.

2.7.1 Techniques de destruction

L'incinération à haute température constitue la seule technique approuvée pour la destruction des BPC contenus dans les askarels.

Aux États-Unis, on a permis, dans la plupart des cas de façon provisoire, l'utilisation d'un grand nombre d'installations fixes d'incinération pour brûler des déchets dangereux liquides, notamment des BPC. Parmi ces installations, on comptait des fours à ciment, des chaudières industrielles et des chaudières à haut rendement. Cependant, à l'heure actuelle, les exploitants du tiers des incinérateurs de déchets dangereux munis de permis provisoires préfèrent fermer leurs installations plutôt que de chercher à obtenir des permis définitifs, assortis d'exigences plus strictes et plus coûteuses (Pirages, 1989). De plus, on s'attend que des incinérateurs spécialement conçus pour les déchets dangereux seront de plus en plus populaires pour l'élimination des BPC, car l'EPA doit commencer à appliquer des restrictions plus strictes en matière de mise en décharge et les producteurs de BPC chercheront à réduire leurs responsabilités futures. Aux États-Unis, cinq entreprises exploitent des incinérateurs commerciaux de BPC approuvés en vertu de la *Toxic Substances Control Act* (*TSCA*) : ENSCO, Rollins, General Electric, Pyrochem/Aptus et SCA Chemical Services.

Le marché américain des incinérateurs mobiles a été établi principalement à la suite de la *Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act* (*CERCLA*, communément appelée *Superfund*), qui finance le nettoyage de nombreux sites de déchets dangereux aux États-Unis. Les techniques mises au point sont principalement conçues pour traiter des boues et des sols contaminés mais certaines d'entre elles, comme les fours rotatifs, peuvent servir à traiter un grand nombre de matières, notamment des liquides. Jusqu'à présent, comme les installations fixes d'incinération étaient en mesure de brûler les BPC, les systèmes mobiles n'ont pas joué un grand rôle dans le programme américain de retrait progressif des BPC. Cependant, avec l'entrée en vigueur prochaine de nouvelles

normes environnementales applicables aux installations fixes, le rôle des installations mobiles pourrait être élargi au-delà de la simple restauration des sites.

Au Canada, l'utilisation de techniques américaines d'incinération dans des installations mobiles constitue un choix logique pour la destruction des askarels.

Le premier incinérateur transportable de déchets dangereux aux États-Unis a été construit en vertu d'un contrat de recherche-développement de l'Environmental Protection Agency qui faisait appel à une série d'entrepreneurs pour la conception et la construction. Ce projet a débuté en 1978 et s'est poursuivi jusqu'en 1985. L'unité a ensuite été mise à l'essai avec succès pour brûler des liquides contenant des BPC (askarels), et des entreprises privées l'ont exploitée, en vertu de contrats accordés par l'EPA, dans divers sites où le nettoyage des déchets dangereux était financé par le gouvernement. L'unité en question fait appel à la technique du four rotatif.

Plusieurs entreprises ont depuis lors mis au point des incinérateurs mobiles ou transportables de BPC. En 1988, le four rotatif mobile MWP-2000 de la société ENSCO a été le premier incinérateur mobile à recevoir de l'EPA, en vertu de la *TSCA*, l'autorisation de brûler des BPC à l'échelle commerciale dans tout le pays. Depuis lors, le four rotatif de Roy F. Weston, l'incinérateur à infrarouge Shirco modifié de O.H. Materials Corporation et l'incinérateur à lit fluidisé circulant de Ogden Environmental Services ont reçu la même autorisation. Deux incinérateurs Pyrotech MWP-75 pour liquides seulement, qui appartiennent à ENSCO, sont également disponibles mais pas encore utilisés.

Au Canada, on a fait l'expérience de deux systèmes mobiles d'incinération de BPC. À Goose Bay au Labrador, l'incinérateur Shirco modifié, à infrarouge et transportable, de la O.H. Materials Corporation a incinéré 3 500 t de sols, de métaux et d'askarels contaminés par des BPC qui étaient entreposés par le ministère de la Défense nationale. À Smithville en Ontario, ENSCO procède actuellement à l'incinération de 8 500 t de sols, de métaux et d'askarels contaminés par des BPC pour le ministère de l'Environnement de l'Ontario.

L'Ontario (règlement 148/86), Terre-Neuve (règlement 102/89) et le gouvernement fédéral (*Règlement fédéral sur le traitement et la destruction des BPC au moyen d'unités mobiles*) ont adopté des règlements portant sur l'incinération des BPC par des installations mobiles.

2.7.2 Options de destruction

Comme nous l'avons déjà mentionné, le seul incinérateur fixe de BPC au Canada ne traite que les déchets de l'Alberta, d'autres incinérateurs fixes de BPC en sont actuellement au stade de la planification et ne seront pas prêts avant au moins quatre à cinq ans, et nous ne pouvons envoyer nos BPC dans les incinérateurs fixes des États-Unis. L'incinération des BPC dans des installations mobiles constitue donc la solution la plus pratique pour détruire les stocks canadiens d'askarels.

Les incinérateurs mobiles mis au point aux États-Unis ont été conçus principalement pour des travaux de restauration de sites (incinération de sols), et il ne conviennent donc pas nécessairement à l'incinération de liquides contenant des BPC. Cependant, la technique du four rotatif peut être adaptée pour permettre l'incinération de toutes sortes de déchets, y compris des liquides, sous forme de charge d'alimentation séparée.

Techniquement, et aussi légalement en vertu des permis actuels, on peut incinérer des askarels dans un four rotatif, dans la chambre de combustion secondaire d'un four rotatif ou à ces deux endroits. Sur le plan technique, les askarels peuvent également être incinérés dans la chambre de combustion secondaire d'un incinérateur à infrarouge et dans la chambre de combustion d'un incinérateur à lit fluidisé circulant.

Voici trois options qui s'offrent pour l'incinération de liquides contenant des askarels :

a) Choisir quelques sites pour desservir de grandes régions;

b) Choisir de nombreux sites pour ne desservir que des régions relativement petites;

c) Combiner d'une façon ou d'une autre les deux options précédentes.

Bien que ces options se rapportent seulement à l'incinération des askarels, d'autres déchets contenant des BPC peuvent et, dans certains cas, doivent également être incinérés. Comme nous l'avons mentionné à la sous-section 2.6, l'incinération constitue la seule méthode approuvée pour la destruction des condensateurs et des ballasts de lampes. L'équipement, les sols, les boues, les solvants et les autres matériaux contaminés par des BPC peuvent également être incinérés dans des incinérateurs mobiles.

Sur le plan économique, la première option mentionnée ci-dessus favoriserait l'utilisation de gros incinérateurs transportables comme le MWP-2000 de la société ENSCO, tandis que la deuxième favoriserait plutôt le recours à de petits incinérateurs mobiles comme les Vesta 80, 100 ou 200.

L'incinérateur MWP-2000 de la société ENSCO peut être exploité de façon économique (c.-à-d. à un coût comparable à celui des petites unités) sur les sites où au moins 1 500 à 2 000 t d'askarels doivent être détruites, la période d'exploitation s'étendant sur trois à quatre mois (facteur opérationnel de 80 %) et le séjour sur le site sur six à sept mois. Les incinérateurs Vesta 100 et 200 pourraient être exploités de façon économique sur des sites contenant des quantités beaucoup moins importantes d'askarels, mais ils n'ont pas encore subi tous les essais et obtenu toutes les autorisations nécessaires pour détruire des BPC.

Aucune industrie ni aucune entreprise de services publics produisant des askarels au Canada n'est à elle seule suffisamment importante pour justifier l'utilisation sur place d'un équipement de la taille de l'incinérateur MWP-2000 d'ENSCO. On pourrait utiliser une installation de cette taille pour desservir plusieurs producteurs dans des régions à forte concentration d'askarels, telles que l'Ontario et le Québec. L'incinération d'autres matières contaminées par des BPC dans cette installation permettrait d'abaisser le coût unitaire de l'incinération.

Des incinérateurs plus petits, comme les Vesta 100 ou 200, seraient économiques pour de gros producteurs d'askarels et d'autres substances contenant des BPC, ou encore pour des sites régionaux dans les régions du Canada où il y a de faibles stocks d'askarels.

Le coût de l'incinération pour les quantités minimales d'askarels mentionnées précédemment varie d'environ 1 500 à 2 500 $/t (2 à 3 $/L).

Étant donné la priorité élevée qu'on devrait accorder à la destruction de ces liquides et la difficulté de choisir un site pour les incinérateurs, il pourrait être approprié que le gouvernement fédéral joue un rôle de premier plan dans la fourniture de sites régionaux, avec l'étroite collaboration des gouvernements provinciaux et des administrations municipales.

Références

Environnement Canada, *Évaluation des installations mobiles et fixes de destruction des biphényles polychlorés (BPC)*, rapport SPE 3/HA/5, mai 1989.

Environnement Canada, *Techniques de destruction des polychlorobiphényles (PCB)*, rapport SPE 3-EC-81-1, février 1983.

Myers, D.S. et J.J. Kelly, «Why Not Retrofill PCB Transformers?», *Proceedings of the Fifty-eighth Annual International Conference of Doble Clients*, Boston, 1991, p. 10-8.1 - 10-8.7.

Pirages, S., «Incineration's Future: Muddy, But Strong», *Waste Age*, mai 1989.

Annexe A

Installations fixes de destruction des BPC au Canada

A.1 Contexte

Seules les installations canadiennes existantes ou à un stade avancé de la planification ont été évaluées dans le présent rapport. Au Canada, seul l'Alberta Special Waste Treatment Centre de Swan Hills, en Alberta, en est au stade de l'exploitation commerciale.

L'installation de la Société ontarienne de gestion des déchets (SOGD) qui devrait être construite près de Bismarck, dans le sud de l'Ontario, en est à un stade avancé de la planification. Bien qu'elle ne réponde pas aux critères d'utilisation commerciale ou précommerciale, nous en avons parlé à des fins d'information, en raison de son impact possible sur la stratégie canadienne de destruction des BPC.

La Colombie-Britannique a fait certains plans initiaux en vue de la construction d'une installation de traitement des déchets dangereux. La société PPM Canada possède en Saskatchewan une installation fixe de traitement chimique de l'huile minérale contaminée par des BPC qui fait appel à la même technique que ses unités mobiles.

A.2 L'Alberta Special Waste Treatment Centre

Ce centre se trouve à Swan Hills, en Alberta, à environ 200 km au nord-ouest d'Edmonton. Il s'agit d'une coentreprise de l'Alberta Special Waste Management Corporation (ASWMC) et de Chem-Security (Alberta), qui appartient à la société Bovar. Chem-Security a construit l'installation, dont l'ouverture officielle a eu lieu en septembre 1987, et l'exploite pour le compte de la coentreprise. Après des essais réglementaires, le gouvernement de l'Alberta a autorisé son exploitation commerciale à partir d'octobre 1988.

Le système de traitement est entièrement intégré; il comprend d'abord un système de collecte formé de deux stations de transfert qui sont reliées au centre de traitement de Swan Hills par un système de transport faisant appel à des camions spéciaux.

Le centre comprend les unités suivantes : un incinérateur, une unité de traitement physico-chimique, une unité de stabilisation, une décharge contrôlée, un puits d'injection profond et une aire de réception et d'entreposage des déchets. Il a été conçu en vue de traiter les déchets à raison de 12 500 t de déchets organiques, de 2 500 t de déchets inorganiques et de 2 500 t d'autres déchets par année. Notre description de l'installation ne traite que des éléments servant au traitement des BPC.

L'installation d'incinération comprend deux fours oscillants Von Roll pouvant traiter chacun environ 5 000 t de déchets organiques par année. Les fours oscillants ont été préférés aux fours rotatifs en raison de leur aptitude à incinérer des fûts entiers de déchets d'une capacité de 205 L sans aucun prétraitement.

Le système antipollution, qui a été fourni par la société G.C. Ceilcote de l'Ohio, s'est révélé capable de réduire les émissions à des

niveaux bien inférieurs à ceux précisés dans le permis d'exploitation de l'installation émis par le ministère de l'Environnement de l'Alberta.

Les fours sont utilisés pour incinérer des liquides à teneur élevée aussi bien qu'à faible teneur en BPC. À leur arrivée à l'installation, les transformateurs sont vidés et nettoyés par rinçage au solvant, tous les liquides étant ensuite incinérés. Les transformateurs ainsi nettoyés sont alors entreposés. Une unité de traitement thermique est en construction pour la décontamination des transformateurs en vue de leur recyclage.

En 1990, un incinérateur à four rotatif a été ajouté à l'installation pour l'élimination des solides et des boues en vrac.

A.3 L'installation de la Société ontarienne de gestion des déchets (SOGD)

La Société ontarienne de gestion des déchets, établie en 1981 par le gouvernement de l'Ontario, se propose de construire et d'exploiter une installation fixe de traitement et d'élimination des déchets près de la ville de Bismarck, dans le canton de West Lincoln, dans la municipalité régionale de Niagara. La superficie totale du terrain nécessaire pour l'installation est d'environ 124 ha, et la SOGD cherche actuellement à obtenir, en vertu de la *Loi sur les évaluations environnementales* de l'Ontario, l'autorisation de traiter et d'éliminer jusqu'à 300 000 t de déchets par année.

L'installation en question comprendra :

- deux fours rotatifs identiques, chacun ayant un débit d'alimentation maximal de 40 000 t par année;
- une installation de traitement physico-chimique d'une capacité maximale de 240 000 t de déchets par année;
- une unité de solidification;
- une décharge contrôlée;
- diverses autres installations, notamment des bâtiments et des cuves de stockage, un laboratoire, des bureaux et des services auxiliaires.

Chaque four rotatif pourra accepter des liquides, des boues, des solides et des déchets solides en vrac. La chambre de combustion primaire fonctionnera à une température de 1 000 °C avec un temps de séjour des gaz supérieur à 2 secondes. Le système comprendra une chaudière de récupération de la chaleur et un système de traitement des gaz de combustion comprenant un dépoussiéreur à trois étages. L'installation, qui pourra traiter les BPC, en est à l'étape de la conception technique et, d'après l'expérience d'une installation de l'Allemagne de l'Ouest, on prévoit de la doter de fours rotatifs Von Roll.

Si le projet de la SOGD reçoit l'approbation finale du gouvernement de l'Ontario, l'exploitation commerciale de cette installation devrait commencer en 1995-1996.

Annexe B

Le programme de retrait progressif et les options d'élimination des BPC aux États-Unis

B.1 Le programme de retrait progressif des BPC

Étant donné que la plupart des techniques actuellement utilisées au Canada ou proposées en vue d'une utilisation future ont été conçues aux États-Unis, il est utile de jeter un coup d'oeil sur le programme américain de retrait progressif des BPC et sur les options approuvées de traitement ou de destruction des BPC qui en ont permis le succès.

Voici un résumé du programme américain de retrait progressif des BPC, établi à partir du *Code of Federal Regulations* (*40 CFR Part 761.30*), en vertu de la *Toxic Substances Control Act* (*TSCA*).

1) Depuis le 1er octobre 1985, il est interdit d'utiliser et d'entreposer en vue de les réutiliser des transformateurs contenant des BPC (plus de 500 ppm) qui présentent un risque d'exposition pour la nourriture ou pour les aliments pour animaux.

2) Depuis le 1er octobre 1985, on ne peut plus installer de transformateurs à tension secondaire supérieure à 480 V contenant des BPC (plus de 500 ppm) dans des édifices commerciaux ni à proximité de ceux-ci et, au plus tard le 1er octobre 1990, on devait retirer ceux qui s'y trouvaient.

3) Depuis le 1er octobre 1990, on doit équiper d'une protection électrique les transformateurs à tension secondaire inférieure à 480 V contenant des BPC (plus de 500 ppm) qui sont utilisés dans des édifices commerciaux ou à proximité de ceux-ci, pour éviter les pannes causées par les courants élevés.

4) Depuis le 1er octobre 1988, il est interdit d'utiliser de gros condensateurs (contenant plus de 1,36 kg de liquide à base de BPC) s'ils présentent un risque d'exposition pour la nourriture ou pour les aliments pour animaux; ces appareils sont également interdits pour toute utilisation à moins d'être installés dans un endroit dont l'accès est limité.

5) Toute substance contenant des BPC (plus de 50 ppm) qui est entreposée en vue de son élimination doit être retirée du lieu d'entreposage et éliminée à l'aide d'une méthode approuvée dans l'année suivant son arrivée en entreposage.

Ce résumé indique que les efforts des États-Unis en matière de retrait progressif portent principalement sur les transformateurs contenant plus de 500 ppm de BPC et sur les gros condensateurs. L'entreposage des substances contenant des BPC est limité par la loi à un maximum d'un an.

B.2 Le règlement américain relatif à l'élimination des BPC

Aux États-Unis, la loi impose aux producteurs de BPC des options d'élimination. Voici un résumé du règlement relatif à l'élimination des BPC, établi à partir

du *Code of Federal Regulations (40 CFR Part 761.60).*

1) L'huile minérale contenant de 50 à 500 ppm de BPC doit être éliminée dans un incinérateur approuvé, une décharge spéciale pour les déchets chimiques* ou une chaudière à haut rendement.

2) Les liquides contenant plus de 500 ppm de BPC doivent être détruits dans des incinérateurs approuvés et spécialement conçus à cet effet.

3) Les transformateurs contenant plus de 500 ppm de BPC peuvent être incinérés dans un incinérateur approuvé, ou vidés, rincés au solvant (pendant 18 h) et enfouis dans une décharge spéciale pour déchets chimiques.

4) L'équipement contenant moins de 500 ppm de BPC qui est entreposé à des fins d'élimination doit être vidé, mais son élimination n'est pas réglementée.

5) Les petits condensateurs** peuvent être éliminés par des compagnies autres que les fabricants dans des décharges municipales pour déchets solides.

6) Les gros condensateurs*** contenant 500 ppm ou plus de BPC doivent être incinérés dans une installation approuvée.

7) Les fabricants doivent éliminer tous les condensateurs dans un incinérateur approuvé.

B.3 Les options pour l'élimination des BPC aux États-Unis

Comme on vient de le voir, les producteurs américains de BPC disposent de nombreuses options pour l'élimination des BPC. L'EPA n'a pas suivi de façon continue l'élimination des BPC, et on ne dispose donc pas de données précises sur les quantités de BPC détruites.

Au plus bas degré de la technologie d'élimination des BPC se trouvent les décharges pour déchets chimiques approuvées en vertu de la *TSCA*. Ces décharges peuvent recevoir des liquides (après solidification), pourvu qu'ils contiennent moins de 500 ppm de BPC, ainsi que des transformateurs vidés et rincés au solvant (contenant plus de 500 ppm de BPC).

La responsabilité potentielle des producteurs de BPC au cours des futures opérations de nettoyage de ces décharges décourage l'utilisation de cette méthode d'élimination pour les BPC liquides. En 1985, les deux tiers de tous les propriétaires de décharges qui acceptaient des déchets dangereux ont choisi de fermer leurs installations plutôt que de se plier à des exigences strictes en matière d'eaux souterraines et d'assurances (Pirages, 1989). Depuis septembre 1988,

---

* Depuis septembre 1988, la mise en décharge des BPC liquides (plus de 50 ppm) ou des BPC solidifiés est interdite en vertu des *Hazardous and Solid Waste Amendments* de 1984 de la *Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)*. Cependant, la *TSCA* permet encore cette pratique pour les liquides stabilisés contenant jusqu'à 500 ppm de BPC.

** «Petit condensateur» se dit d'un condensateur contenant moins de 1,36 kg de liquide diélectrique ou, si le poids de ce liquide est inconnu, d'un condensateur dont le volume est inférieur à 1 639 cm^3 ou le poids inférieur à 4,08 kg.

*** «Gros condensateur» se dit d'un condensateur contenant 1,36 kg ou plus de liquide diélectrique.

l'EPA des États-Unis n'émet plus de permis en vertu de la *RCRA* pour la mise en décharge des BPC liquides (stabilisés). Plusieurs entreprises offrent un service complet, soit le rinçage au solvant des transformateurs (avec incinération des liquides), suivi de l'enfouissement des transformateurs (contenant plus de 500 ppm) de BPC dans leurs propres décharges.

En guise de solution de rechange à la mise en décharge des transformateurs rincés au solvant contenant plus de 500 ppm de BPC, l'EPA permet la refonte des transformateurs une fois qu'ils sont décontaminés. Le procédé de décontamination doit respecter la norme établie par la *TSCA* de 1 mg/m^2 de BPC à l'intérieur des transformateurs. Plusieurs entreprises offrent actuellement ce service; elles font appel à des procédés consistant généralement à vider les transformateurs (les liquides contenant des BPC étant incinérés), à les rincer au solvant, à les démonter, à rincer leurs éléments au solvant (avec récupération des solvants par distillation), à soumettre les éléments ainsi nettoyés à des essais, et à les envoyer à la refonte. Les BPC récupérés lors de la distillation et les parties combustibles du transformateur sont expédiés pour incinération.

Le traitement chimique des transformateurs contenant de l'huile minérale par des unités mobiles est une technique bien établie depuis 1978.

Les transformateurs en service contenant des askarels peuvent être traités par l'un des procédés de reclassement relativement nouveaux comme *System 50*, *Transform* ou *Reclass 50* (*cf.* 2.4). Ces procédés font tous appel à un liquide de lessivage provisoire, et certains prévoient l'installation d'une unité de séparation des BPC par distillation. Tous les procédés prennent plusieurs mois pour donner les résultats désirés, et ils constituent généralement une option coûteuse qui s'applique aux gros transformateurs dont la durée de vie restante est relativement longue.

Par le passé, aux États-Unis, on a permis, dans la plupart des cas de façon provisoire, l'utilisation d'un grand nombre d'installations fixes d'incinération pour brûler des déchets dangereux liquides, notamment des BPC. Parmi ces installations, on comptait des fours à ciment, des chaudières industrielles et des chaudières à haut rendement qu'on utilisait pour les déchets contenant moins de 500 ppm de BPC. Cependant, à l'heure actuelle, les exploitants du tiers des incinérateurs de déchets dangereux munis de permis provisoires préfèrent fermer leurs installations plutôt que de chercher à obtenir des permis définitifs, assortis d'exigences plus strictes et plus coûteuses (Pirages, 1989). De plus, on s'attend que des incinérateurs spécialement conçus pour les déchets dangereux seront de plus en plus populaires pour l'élimination des BPC, car l'EPA doit commencer à appliquer des restrictions plus strictes en matière de mise en décharge (en vertu de la *RCRA*) et les producteurs de BPC chercheront à réduire considérablement leurs responsabilités futures. Aux États-Unis, cinq entreprises exploitent des incinérateurs spéciaux pour déchets dangereux approuvés par l'EPA en vertu de la *TSCA*.

Le marché américain des incinérateurs mobiles a été établi principalement à la suite de la *Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act* (*CERCLA*, communément appelée *Superfund*), qui finance le nettoyage de nombreux sites de déchets dangereux aux États-Unis. Les techniques mises au point sont principalement conçues pour traiter des boues et des sols contaminés mais certaines

d'entre elles, comme les fours rotatifs, peuvent servir à traiter un grand nombre de matières, notamment des liquides, sous forme de charge d'alimentation séparée. Jusqu'à présent, comme les installations fixes d'incinération étaient en mesure de brûler les BPC, les systèmes mobiles n'ont pas joué un grand rôle dans le programme américain de retrait progressif des BPC. Cependant, avec l'entrée en vigueur prochaine de nouvelles normes environnementales applicables aux installations fixes, le rôle des installations mobiles pourrait être élargi au-delà de la simple restauration des sites.

Annexe C

Méthodes de décontamination des transformateurs contenant de l'huile minérale

C.1 Traitement chimique : description générale des procédés

Un projet de traitement chimique réalisé par un entrepreneur comprend généralement les étapes et les procédés de base suivants.

- L'unité mobile de traitement chimique est transportée sur le site du client sur deux remorques tractées, dont l'une contient un laboratoire mobile.
- L'unité est montée là où se trouve le transformateur ou l'huile stockée en vrac, et des tuyaux sont raccordés au transformateur ou au réservoir.
- L'huile contaminée passe du transformateur ou du réservoir dans l'unité mobile, où elle est soumise à l'un des procédés de traitement décrits ci-après, selon le type d'unité de destruction utilisé.
- Après une analyse finale, l'huile est renvoyée dans le transformateur ou dans un réservoir propre.

Les entreprises de traitement chimique offrent les services suivants, selon le procédé et la conception de l'unité.

C.2 Transformateur sous tension en continu

Ce procédé est avantageux pour les usines ou les autres installations pour lesquelles un arrêt de l'alimentation en électricité est soit coûteux, soit difficilement réalisable, car il permet d'effectuer le traitement chimique pendant que le transformateur est sous tension (tension primaire de moins de 165 kV).

- L'huile contaminée est chauffée de façon à augmenter sa fluidité et ensuite filtrée pour en extraire les boues.
- Un réactif est mélangé à l'huile dans un rapport calculé à la suite d'une analyse faite dans le laboratoire monté sur le site.
- Le mélange est injecté dans une chambre de réaction où se fait la destruction chimique des BPC.
- Le réactif est séparé de l'huile décontaminée par centrifugation.
- L'huile décontaminée est filtrée dans de la terre à foulon et dégazée pour lui rendre ses propriétés diélectriques.
- Après une analyse finale, l'huile est remise dans le transformateur.

C.3 Vidange et remplissage hors tension

On a généralement recours à ce procédé lorsque le transformateur peut être mis hors tension.

- Le transformateur est vidé de l'huile minérale contaminée, qui est déversée

dans un réservoir spécialement destiné à cet effet.

- En même temps, on verse de l'huile propre chaude au haut du transformateur (généralement à partir d'un camion-citerne qui se trouve sur le site).

- On utilise souvent plus d'un volume d'huile chaude au cours du nettoyage, l'huile étant déversée dans le réservoir destiné à l'huile contaminée.

Ce procédé est souvent utilisé lorsqu'il faut décontaminer de nombreux transformateurs qui ne sont pas suffisamment près les uns des autres pour qu'on puisse monter une seule fois l'unité mobile de destruction chimique.

On peut réutiliser l'huile décontaminée pour décontaminer d'autres transformateurs, l'entreposer sur place pour des travaux futurs d'entretien des transformateurs, ou la vendre à une entreprise de régénération d'huile.

Il arrive qu'on utilise de l'azote pour protéger (par élimination de l'oxygène) les parties intérieures du transformateur pendant que l'huile est décontaminée ailleurs.

C.4 Vidange et remplissage sous tension

- De l'huile non contaminée chaude est pompée dans le transformateur en même temps et au même débit que l'huile contaminée en est extraite.

- La circulation de l'huile chaude continue à raison de plusieurs volumes de transformateur afin d'obtenir la réduction nécessaire de la concentration de BPC et d'aider à nettoyer le transformateur de ses boues.

- L'huile contaminée est pompée dans un réservoir de stockage.

- Plusieurs transformateurs sont souvent traités de cette façon jusqu'à ce que le réservoir de stockage de l'huile contaminée soit plein. Ce réservoir est ensuite transporté dans une unité mobile en vue du traitement chimique de l'huile.

C.5 Traitement par lots de l'huile en vrac

- On peut procéder au traitement par lots en mélangeant le réactif avec l'huile contaminée dans le réservoir de stockage et en l'y laissant réagir jusqu'à ce que les BPC soient détruits.

- L'huile est ensuite régénérée dans la centrifugeuse de l'unité mobile, filtrée et dégazée, après quoi elle peut être réutilisée.

Annexe D

Incinérateurs de BPC mobiles ou transportables, commerciaux et précommerciaux

D.1 Incinérateur mobile MWP-2000 d'ENSCO

D.1.1 Historique

En 1981, la société Pyrotech Systems a conçu et construit un incinérateur transportable commercial comprenant une chambre de combustion à injection de liquide faisant appel à un brûleur à alimentation d'appoint en oxygène pour l'incinération des BPC. Cette unité, le MWP-75, a une puissance nominale de 10 550 000 kJ/h et a reçu de l'EPA, en 1982, les autorisations nécessaires pour incinérer des BPC liquides provenant de plusieurs régions des États-Unis. La société ENSCO a acheté Pyrotech en 1982, et la conception du gros incinérateur MWP-2000 a commencé au début de 1983.

ENSCO, de Little Rock, en Arkansas, a été la première firme de traitement des déchets dangereux à consacrer des ressources à la mise au point d'incinérateurs transportables. Elle a maintenant terminé la construction et l'essai de trois incinérateurs MWP-2000. Pour la conception de ce modèle, ENSCO a grandement puisé dans son expérience liée à la conception et à l'exploitation, depuis 1976, d'un gros incinérateur commercial fixe de déchets dangereux à El Dorado, en Arkansas. Le MWP-2000 est conçu pour brûler des liquides, des solides (sols, métaux, etc.) et des boues. ENSCO a reçu de l'EPA, en mars 1988, l'autorisation requise en vertu de la *TSCA* pour exploiter le MWP-2000 partout aux États-Unis.

En octobre 1988, le ministère de l'Environnement de l'Ontario a octroyé à cette entreprise le contrat d'incinération d'environ 8 500 t de liquides, d'équipement et de sols contaminés par des BPC dans un ancien site de transfert et d'entreposage de BPC à Smithville, en Ontario. Cependant, en janvier 1989, ENSCO a émis un communiqué annonçant sa restructuration en raison de pertes financières dans ses activités de restauration de sites. À l'heure actuelle, ENSCO n'entreprend pas de nouveaux travaux dans le domaine de l'incinération par des installations mobiles, et elle est à la recherche d'acheteurs pour son équipement mobile.

D.1.2 Caractéristiques de conception

Le MWP-2000 est construit en modules et est conçu pour être transporté sur les grandes routes des États-Unis. La figure D.1 présente sa disposition. Il se compose de quatre remorques de base servant au traitement, soit à l'incinération de déchets solides, à la combustion secondaire (incinération des liquides), à la récupération de l'énergie et à la lutte contre la pollution atmosphérique. Il y a aussi d'autres remorques, dont une salle de commande centrale, un laboratoire, des convoyeurs pour transporter les matières à incinérer, une unité de traitement de l'eau pour la chaudière et les effluents du procédé ainsi qu'une remorque de décontamination et de douches; l'ensemble comprend environ 12 remorques. L'installation de l'équipement sur le site prend environ quatre à cinq semaines.

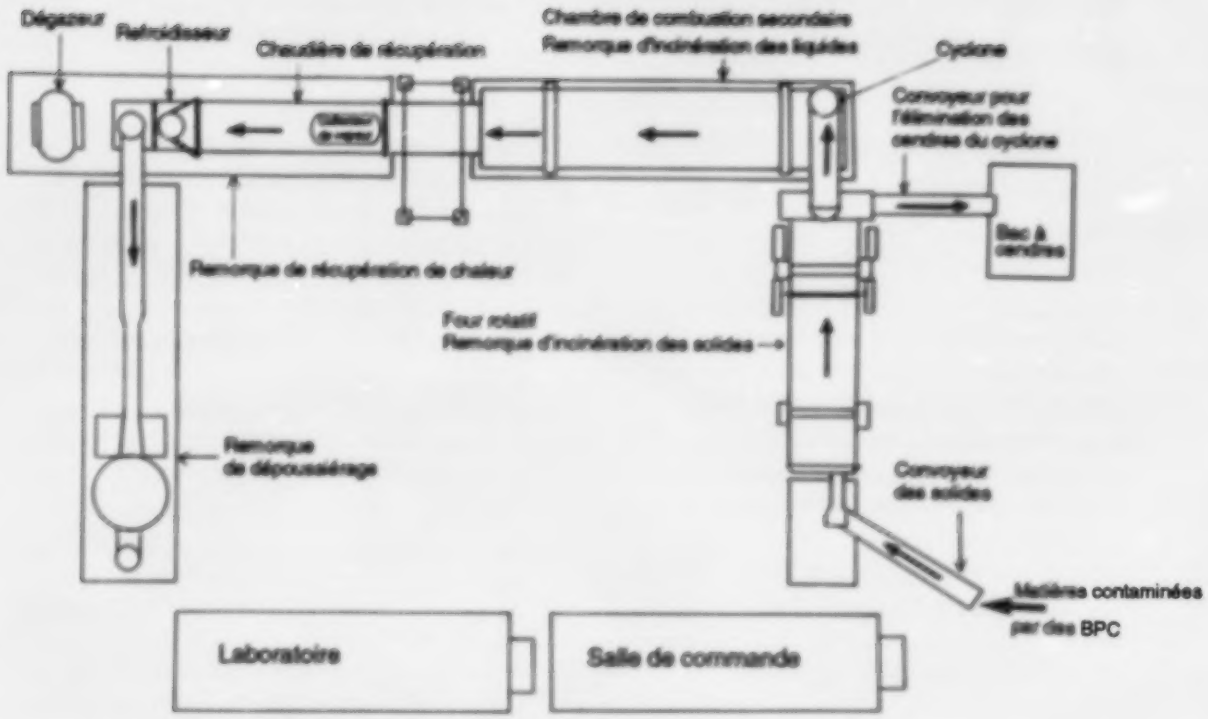


Figure D.1 Disposition type de l'incinérateur MWP-2000

Le traitement des solides se fait dans un incinérateur à four rotatif d'un diamètre intérieur de 1,68 m et d'une longueur de 9,14 m. Le four rotatif est équipé d'un brûleur d'allumage de 14 800 000 kJ/h situé dans la section amont du four. L'alimentation en déchets solides se fait également par cette extrémité du four, ce qui fait que les solides et les gaz de combustion se déplacent dans la même direction. Le four est chemisé de briques et fonctionne à des températures variant de 760 à 1 193 °C. Son débit d'alimentation varie de 959 kg/h, dans le cas de déchets à pouvoir calorifique élevé, à 4 818 kg/h, dans le cas de sols contaminés. Le temps de séjour des déchets solides est d'environ 40 minutes, lorsque la pente et la vitesse de rotation du four sont normales.

Deux cyclones montés en parallèle et servant à la récupération des particules sont situés immédiatement en aval du four rotatif. Ils font appel au concept du double vortex et sont chemisés d'un matériau réfractaire, et ils ont un rendement nominal de 99 %.

La chambre de combustion secondaire est dimensionnée de façon à pouvoir incinérer 909 kg/h de liquides contenant des BPC et ayant un pouvoir calorifique moyen de 23 260 kJ/kg. La chambre de combustion secondaire offre également, dans le concept de base, un temps de séjour minimum des gaz de 2,0 secondes à 1 200 °C.

La récupération des gaz acides se fait à l'aide d'un dépoussiéreur à deux étages. Le premier étage consiste en un refroidisseur à eau qui élimine jusqu'à 80 % du chlorure d'hydrogène des gaz de combustion. Le lavage à haut rendement se fait dans le deuxième étage qui consiste en une tour à garnissage à contre-courant et à débit de recirculation élevé, qui élimine 99 % du chlorure d'hydrogène qui y pénètre.

La récupération des particules se poursuit dans une troisième unité, un dépoussiéreur à éjection qui met aussi en mouvement les gaz du four rotatif et de la chambre de combustion secondaire. La récupération des particules a un rendement démontré de 45 mg/m^3, tandis que la norme américaine fixée par la *RCRA* est de 180 mg/m^3.

Le système de commande de l'incinérateur se trouve dans une remorque réservée aux systèmes électroniques, placée près de l'équipement de traitement. Un micro-ordinateur surveille le fonctionnement de l'incinérateur à l'aide d'un programme qui précise les températures, les débits, les temps de séjour, les limites d'émissions et les autres paramètres clés. Un dispositif d'arrêt automatique de l'alimentation en déchets est actionné par le micro-ordinateur lorsque les conditions de fonctionnement précisées ne sont pas respectées. Le préposé contrôle entièrement le système d'incinération, y compris les démarreurs de moteurs, à partir du panneau de commande.

D.1.3 Restrictions imposées en matière de charge d'alimentation

En 1988, ENSCO a reçu de l'EPA un permis en vertu de la *TSCA* pour exploiter son système partout aux États-Unis. Ce permis prévoit les conditions d'exploitation énumérées au tableau D.1.

D.2 Incinérateur à infrarouge mobile de O.H. Materials Corporation

D.2.1 Historique

O.H. Materials Corporation (OHM), dont le siège social se trouve à Findlay, en Ohio, est une entreprise intégrée de services environnementaux qui se spécialise dans des projets clés en main.

OHM a acheté un incinérateur à infrarouge transportable conçu et construit par Shirco Infrared Systems, de Dallas au Texas, en 1986. La même année, elle a commencé à l'utiliser sur un site de Floride dont le nettoyage était financé par le *Superfund*; elle y a incinéré plus de 18 000 t de sols contaminés par des BPC. Au cours de ce projet, OHM a apporté d'importantes modifications à la conception et au mode d'exploitation de l'unité Shirco, au point qu'on la désigne maintenant comme étant l'unité Shirco «modifiée».

D.2.2 Caractéristiques de conception

L'incinérateur à infrarouge mobile d'OHM a été conçu pour être transporté en tout point du territoire continental des États-Unis accessible par route. Ses éléments sont montés sur sept remorques de largeur excessive dont plusieurs nécessitent des permis spéciaux pour circuler. L'installation sur place se fait en environ trois à quatre semaines.

L'unité d'incinération globale comprend un système de préparation des déchets, une trémie de pesée, une chambre de combustion primaire à infrarouge, une chambre de combustion secondaire avec brûleur d'appoint au propane, un venturi et un dépoussiéreur, un système d'échappement et des systèmes de collecte des données et de commande, le tout monté sur des remorques.

La figure D.2 présente un schéma du système de traitement et de la disposition globale du site d'exploitation.

Les déchets solides qui constituent l'alimentation du système sont traités par un système de préparation conçu pour les réduire de sorte que leur consistance et la taille des particules permettent de les traiter. Ils sont ensuite pesés et convoyés jusqu'à une trémie montée sur le convoyeur à bande de la chaudière. Le débit de la vis d'alimentation et celui du convoyeur à bande servent à contrôler le débit d'alimentation et la profondeur du lit de combustion.

Le convoyeur de l'incinérateur, fait d'une courroie de fil de fer tissé très serré, transporte les déchets solides à travers la chambre de combustion primaire où ils sont amenés à la température de fonctionnement (982 °C) par des éléments chauffants à infrarouge. Des râteaux ou des brise-tourteaux rotatifs les brassent doucement de façon à assurer un mélange adéquat, l'exposition à l'air de la chambre et une combustion complète. Lorsque les déchets incinérés (cendres) atteignent le sortie de l'incinérateur, ils sont refroidis à l'aide d'eau pulvérisée et ensuite déposés dans un bac à cendres à l'aide d'un transporteur à vis tarière.

Tableau D.1 Conditions d'exploitation de l'incinérateur MWP-2000 d'ENSCO

Charge d'alimentation*	Teneur en BPC maximale	Débit d'alimentation maximal	Méthode de traitement
1) Sols	1,9 %	546 kg/h**	Four
2) Combustibles résiduels	23 %	132 kg/h	Four
3) Liquides contenant des BPC	42 %	784 kg/h	Chambre de combustion secondaire avec alimentation du four
4) Liquides contenant des BPC	43 %	959 kg/h	Chambre de combustion secondaire sans alimentation du four

5) Le débit de traitement des BPC à l'état pur ne doit pas dépasser 409 kg/h.

* À Smithville, on peut incinérer jusqu'à 1 818 kg/h de sols contenant 1,9 % de BPC ou jusqu'à 4 818 kg/h de sols contenant 0,58 % de BPC; les débits d'alimentation en liquides contenant des BPC sont semblables à ceux fixés par l'EPA.

** Les essais initiaux ont été faits à 546 kg/h; cependant, on a ensuite réalisé avec succès des essais à un débit de 1 818 kg/h.

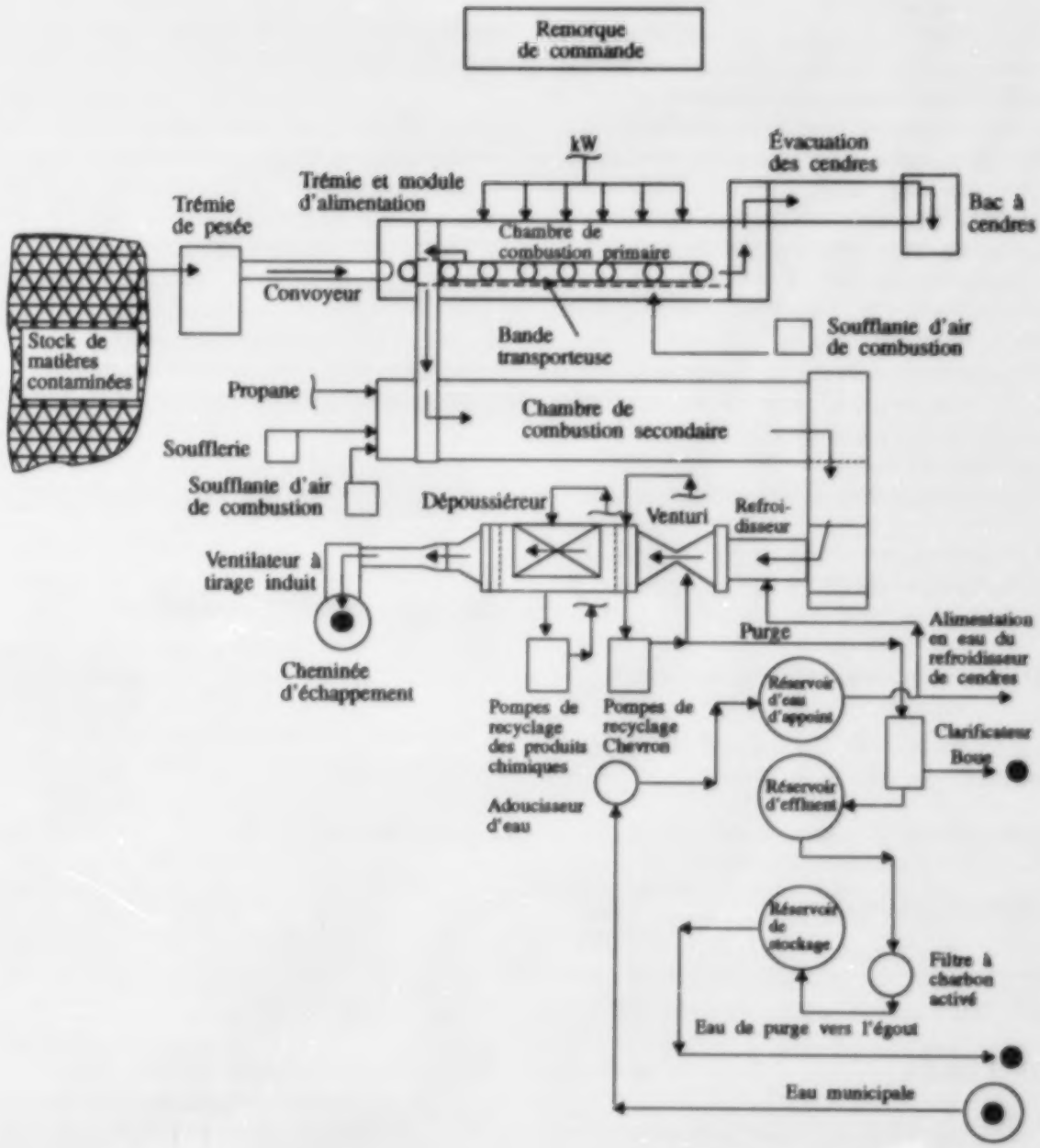


Figure D.2 Disposition type d'un incinérateur à infrarouge

L'air de combustion est insufflé dans l'incinérateur par une série d'entrées d'air situées à divers endroits le long de la chambre de combustion, et il circule à contre-courant de l'alimentation en déchets.

Les gaz de combustion sortent de la chambre de combustion primaire pour entrer dans la chambre de combustion secondaire où des brûleurs au propane, réglés à une température prédéterminée de 1 204 °C, brûlent les substances organiques résiduelles qu'ils contiennent. On fournit de l'air secondaire pour assurer des teneurs adéquates en oxygène excédentaire, afin de garantir une combustion complète. Les gaz de combustion de la chambre secondaire sont refroidis (jusqu'à 82 °C) par un dépoussiéreur et un venturi alimentés à l'eau, pour éliminer les particules et les gaz acides; ils sont ensuite transférés dans la cheminée d'évacuation par un ventilateur à tirage induit, puis rejetés dans l'atmosphère.

Les systèmes de commande et de collecte de données sont logés dans un camion conçu spécialement à cet effet.

D.2.3 Restrictions imposées en matière de charge d'alimentation

En décembre 1988, OHM a reçu de l'EPA un permis en vertu de la *TSCA* pour exploiter son système partout aux États-Unis. Elle est autorisée à l'utiliser pour détruire des liquides contenant des BPC et des sols ou des débris contaminés par des BPC, dans les conditions énumérées au tableau D.2.

D'autres conditions sont imposées, dont les suivantes :

- Des débris tels que bois et sacs de plastique peuvent être mélangés avec les sols à une teneur maximale de 5 %.
- La teneur en chlorures des sols est limitée à 0,9 %.
- Un *Paint Filter Liquids Test* (méthode 9095 de l'EPA) doit être effectué sur le mélange de sols et de liquides.

D.3 Système d'incinération transportable de Roy F. Weston

D.3.1 Historique

La société Roy F. Weston de West Chester, en Pennsylvanie, a conçu son système d'incinération transportable (*Transportable Incineration System*, ou *TIS*) afin de traiter des sols contaminés par des BPC. En 1988, lors du nettoyage d'environ 6 818 t de sols

Tableau D.2 Conditions d'exploitation de l'incinérateur d'OHM

Charge d'alimentation	Teneur en BPC maximale	Débit d'alimentation maximal
1) Sols	5 600 ppm	6 272 kg/h
2) Liquides	60 %	Prémélangés avec des sols jusqu'à concurrence de la teneur prévue au point 3
3) Sols	20 000 ppm	5 227 kg/h

contaminés par des BPC sur le site de Lauder Salvage Yard dans l'Illinois, pour le compte de l'EPA de l'Illinois, la société a effectué des démonstrations surveillées par l'EPA fédérale. Celle-ci lui a octroyé, en octobre 1988, un permis d'exploitation à l'échelle nationale en vertu de la *TSCA*.

D.3.2 Caractéristiques de conception

La conception et la fabrication du *TIS* ont découlé du besoin d'un système transportable, c.-à-d. pouvant être démonté en un nombre raisonnable de sections modulaires, transporté et remonté sur un site différent. La plupart des modules sont montés sur patins et placés sur des dalles de fondation construites au cours d'une période de montage d'environ six semaines. Des sols classifiés (c.-à-d. d'une granulométrie inférieure à 0,79 cm) sont introduits dans le système d'alimentation en déchets solides à l'aide d'un chargeur frontal. Le système d'alimentation en déchets solides, conçu en fonction d'un débit de 5 455 kg/h de sols (à l'état humide), est constitué des éléments suivants :

- une trémie à benne ou une vis de prélèvement;
- un transporteur à raclettes;
- une vis d'alimentation.

Le four rotatif est conçu pour sécher et chauffer les sols à 982 °C pendant un temps de séjour minimal de 30 minutes. Les cendres chaudes qui en sortent sont refroidies jusqu'à 149 °C à l'aide d'eau de conditionnement pulvérisée et déposées dans des bennes étanches.

Les gaz de combustion du four rotatif passent ensuite dans une chambre de combustion secondaire où leur temps de séjour minimal est de 2 secondes et où l'on utilise du gaz naturel ou du propane pour les chauffer jusqu'à une température minimale de 1 149 °C.

Les vapeurs de tête de la chambre de combustion secondaire sont refroidies jusqu'à 538 °C à l'aide d'eau pulvérisée dans une tour de pulvérisation. On peut également choisir d'ajouter de l'hydroxyde de sodium (NaOH) à l'eau de la tour de pulvérisation afin de neutraliser les gaz acides (p. ex., pour obtenir du chlorure de sodium (NaCl) à partir d'acide chlorhydrique (HCl)). Les retombées de particules (et de NaCl) sont dirigées par un transporteur à vis vers le système de collecte des cendres.

Les gaz évacués de la tour de pulvérisation passent dans deux échangeurs de chaleur montés en série, de façon à réduire leur température jusqu'à environ 269 °C. Les particules sont transportées vers le système de collecte des cendres.

Les gaz d'échappement pénètrent dans un filtre à manches en vue de l'élimination des particules. Ce filtre est conçu de façon à pouvoir traiter les gaz de combustion à un débit de 623 m^3/min. Le niveau maximal des émissions est de 180 mg/m^3 (calculé pour 12 % de dioxyde de carbone). Le filtre est à décolmatage pneumatique, c.-à-d. qu'un puissant jet d'air y est périodiquement envoyé pour éliminer les particules qui se sont accumulées dans les manches. Ces particules sont ensuite acheminées dans un collecteur et dirigées vers le système de collecte des cendres. Les gaz qui s'échappent du filtre passent dans un dépoussiéreur pour la réduction des gaz acides.

Les gaz de cheminée sont épurés à l'aide d'une solution caustique pour neutraliser l'élément de gaz acide (HCl). On recueille

la liqueur résiduaire (c.-à-d. l'eau et les sels produits lors de la combinaison de l'acide et de la solution caustique) pour la traiter et la réutiliser sur place. L'eau de purge du dépoussiéreur est filtrée et utilisée comme eau d'appoint du système pour le refroidissement des cendres et l'élimination des poussières. Les gaz du dépoussiéreur sont dirigés dans la cheminée pour être évacués dans l'atmosphère.

D.3.3 Restrictions imposées en matière de charge d'alimentation

La société Roy F. Weston a reçu son permis en vertu de la *TSCA* en octobre 1988. En général, ce permis l'autorise à utiliser l'incinérateur pour détruire des sols et des liquides contaminés par des BPC dans les conditions énumérées au tableau D.3.

Même après l'addition de BPC liquides, la teneur des sols en BPC ne doit pas dépasser 12 200 ppm.

D.4 Incinérateur à lit fluidisé circulant de Ogden Environmental Services

D.4.1 Historique

La société Ogden Environmental Services (OES), dont le siège social se trouve à San Diego, en Californie, fait partie de la Ogden Corporation. Cette dernière société s'occupe d'incinération depuis des années par l'entremise de sa division Ogden Martin, qui conçoit des incinérateurs intégrés pour l'élimination des déchets solides des municipalités. OES a été formée en 1986 afin d'offrir des services de gestion des déchets toxiques et dangereux. La technique du lit fluidisé circulant et une installation pilote équipée d'un incinérateur de 41 cm ont été achetées en 1986 de GA Technologies, et l'installation pilote est dotée d'un permis en vertu de la *TSCA* des États-Unis.

En 1988, OES a obtenu un contrat visant l'incinération de plus de 70 000 t de sols contaminés par des BPC dans un champ pétrolifère à Swanson River, en Alaska. Au cours de ce projet de nettoyage, l'EPA a surveillé des essais de combustion et a émis en juin 1989, en vertu de la *TSCA*, un permis pour l'exploitation dans tout le pays d'un incinérateur transportable de 91 cm. OES a construit deux incinérateurs de cette taille.

D.4.2 Caractéristiques de conception

Les techniques classiques de destruction thermique des déchets (notamment les incinérateurs à injection de liquide, les fours rotatifs, les incinérateurs à sole fixe, simple et multiple, et les lits fluidisés classiques) doivent souvent fonctionner à des températures élevées, avec des débits relativement faibles, et doivent faire appel à

Tableau D.3 Conditions d'exploitation de l'incinérateur de Roy F. Weston

Charge d'alimentation	Teneur en BPC maximale	Débit d'alimentation maximal
1) Sols	12 200 ppm	6 318 kg/h
2) Liquides	57,3 %	91 L/h (pulvérisés sur les sols prévus au point 1)

des dispositifs de postcombustion et de dépoussiérage afin de respecter les exigences réglementaires. OES a mis au point un système perfectionné de traitement thermique des déchets qui fait appel à une technique de combustion de nouvelle génération appelée lit fluidisé circulant (*Circulating Bed Combustor*, ou *CBC*). Cette technique utilise une turbulence élevée et de faibles températures pour obtenir un rendement de destruction égal ou supérieur à celui des procédés à haute température. Elle permet donc des débits relativement plus élevés à des températures nominales plus faibles, ce qui élimine la nécessité de dispositifs de postcombustion ou de dépoussiérage. L'unité respecte les normes de qualité de l'air et élimine les flux secondaires de déchets.

Le *CBC* transportable a une capacité nominale de 70 à 98 t de sols contaminés par jour, mais cette capacité peut être supérieure ou inférieure, selon la teneur en humidité et en énergie des sols qui doivent être brûlés. L'unité est entièrement intégrée (y compris un système d'alimentation en sols et un système d'élimination des cendres) et on peut la transporter par camion, par train ou par chaland. Elle nécessite l'équivalent de 16 à 18 tracteurs et semi-remorques de poids réglementaire. L'installation sur place prend environ 10 ou 11 semaines.

Le *CBC* est conçu pour fonctionner à des températures ambiantes variant de -28 °C à +43 °C, ce qui lui permet de fonctionner en milieu arctique autant qu'en milieu désertique, et il est relativement peu encombrant, ce qui permet de l'installer dans des espaces de travail limités. Il fonctionne à pression subatmosphérique, ce qui prévient les fuites de matières dangereuses. Ses besoins en énergie sont en moyenne d'environ 250 kW d'électricité, avec un appoint de gaz naturel, de propane, de diesel ou de tout autre combustible disponible. Les seuls besoins en eau sont ceux liés aux nécessités du personnel et de la décontamination.

Le *CBC* est doté d'une chambre de combustion à lit fluidisé perfectionnée qui fait appel à un jet d'air à grande vitesse pour retenir les solides en circulation dans une boucle de combustion à forte turbulence. La figure D.3 présente le schéma type d'un incinérateur à lit fluidisé circulant. La chambre de combustion mesure 9 m de haut et est chemisée d'une épaisseur de 31 cm de céramique. La charge d'alimentation solide est introduite dans la boucle de combustion près de la canalisation de retour des solides et entre immédiatement en contact avec le flux de solides chauds en recirculation sortant du cyclone. Généralement, l'alimentation en liquides se fait par injection directe dans la chambre de combustion. Lorsqu'elles entrent dans le *CBC*, les matières dangereuses sont rapidement chauffées, et elles continuent d'être exposées aux températures de fonctionnement (de 788 à 871 °C) au cours de leur séjour dans l'appareil. Les temps de séjour dans la chambre de combustion varient de 2 secondes pour les gaz à 30 minutes pour les matières plus denses (solides d'une granulométrie de 2,54 cm). L'air de combustion à vitesse élevée et les solides en circulation créent une température uniforme (à 28 °C près) autour de la boucle de combustion (chambre de combustion, cyclone chaud et canalisation de retour), ce qui permet une combustion efficace et élimine la nécessité d'un dispositif de postcombustion. La turbulence élevée permet à l'unité d'effectuer un dépoussiérage à sec dans la chambre de combustion. Les cendres sont périodiquement retirées de la chambre de combustion en fonctionnement au moyen d'un système d'élimination refroidi à l'eau. Les gaz chauds qui quittent

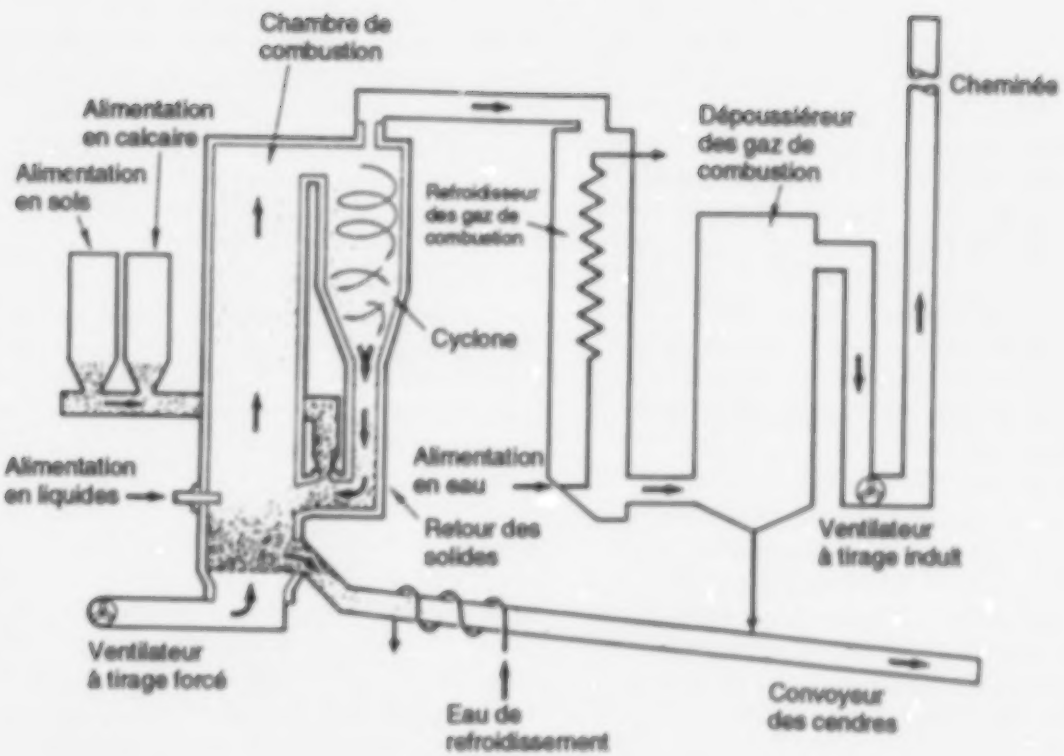


Figure D.3 **Schéma d'un incinérateur à lit fluidisé circulant (*CBC*) (Source : Ogden Environmental Services)**

le cyclone sont refroidis dans un refroidisseur de gaz de combustion, et les particules qui s'échappent du cyclone sont recueillies dans des filtres à manches.

Le *CBC* consiste en sept modules en acier de construction qui contiennent l'équipement et forment la charpente du système. Les cadres des modules sont faits de poutres à larges ailes montées sur des gabarits qui permettent de maintenir les tolérances dimensionnelles. Étant donné que ces modules ne dépassent pas 2,6 m de large, 3,2 m de haut et 10,7 m de long, ils peuvent être transportés sur de simples remorques, sans nécessité de permis de transport spéciaux. La figure D.4 montre les sept modules installés.

D.4.3 Restrictions imposées en matière de charge d'alimentation

OES détient deux permis de l'EPA des États-Unis en vertu de la *TSCA*. Le premier a été émis en mars 1986 pour l'installation pilote équipée d'un incinérateur de 41 cm; il permet l'incinération de sols contaminés contenant jusqu'à 10 000 ppm de BPC. Le second permis a été accordé en juin 1989 pour l'unité commerciale équipée d'un incinérateur de 91 cm. Les conditions d'exploitation de ces incinérateurs figurent au tableau D.4.

D.5 Incinérateurs mobiles ou transportables précommerciaux

Les entreprises qui suivent ont demandé à l'EPA des États-Unis ou à d'autres instances l'autorisation d'effectuer des essais de démonstration de combustion de BPC à l'aide d'incinérateurs mobiles ou transportables. Ces techniques sont considérées comme étant précommerciales.

D.5.1 Four rotatif mobile de Vesta Technology

La société Vesta Technology de Fort Lauderdale, en Floride, a été formée en 1986 en vue de construire et d'exploiter des incinérateurs mobiles de déchets dangereux à l'échelle nationale. Le principal investisseur de cette société est Attwoods PLC d'Angleterre, grande multinationale qui s'occupe de la manutention de déchets solides. Les unités mobiles de Vesta sont fabriquées par ThermAll Engineering, du New Jersey.

La première unité Vesta a été construite en 1986 et, depuis, des unités ont été utilisées au cours de nettoyages de sites pour détruire des sols contaminés par des pesticides, du tétrachlorure de carbone, du nitrobenzène, de la créosote et des dioxines. La société Vesta ne possède pas de permis émis en vertu de la *TSCA* des États-Unis, mais elle a réalisé un programme d'essais de combustion de BPC

Tableau D.4 Conditions d'exploitation de l'incinérateur d'OES

Charge d'alimentation	Teneur en BPC maximale	Débit maximal
1) Sols	600 ppm*	4 000 kg/h
2) Débris (bois, chiffons, vêtements) mélangés à des sols à raison de moins de 5 % de la charge d'alimentation		

* Teneur maximale en BPC pour l'essai effectué sur le site de Swanson River.

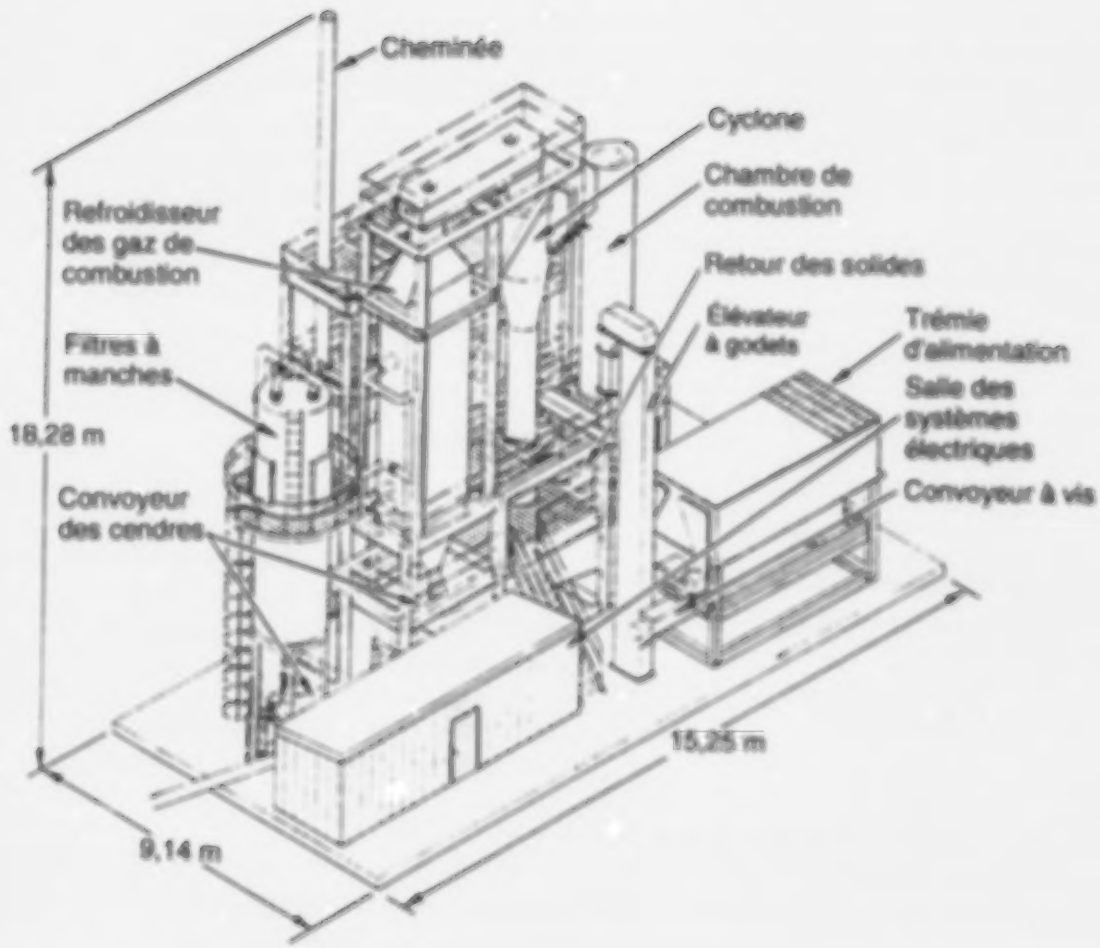


Figure D.4 **Système installé d'incinération à lit fluidisé circulant (CBC) (Source: Ogden Environmental Services)**

au Canada en 1990. On ne connaît pas encore les résultats de ce programme.

Les incinérateurs mobiles de Vesta font appel à la technique bien connue de l'incinérateur à four rotatif et à un nouveau système de dépoussiérage compact. Ils sont conçus pour obtenir le rendement de destruction et d'élimination de 99,9999 % exigé par la *TSCA* pour la destruction des BPC sous forme de liquides, de solides ou de boues.

Les incinérateurs sont transportables au moyen d'une ou deux remorques normales sur toutes les grandes routes relevant des États et du gouvernement fédéral américain, et leur montage nécessite au maximum 24 h, ce qui permet de limiter les frais de transport et d'installation.

La société Vesta possède des incinérateurs mobiles de trois tailles :

- Le Vesta 80, une unité de 8 440 000 kJ/h, avec un débit de traitement de 455 à 909 kg/h;
- Le Vesta 100, une unité de 10 550 000 kJ/h, avec un débit de traitement de 1 364 à 2 273 kg/h, selon le type de déchets;
- Le Vesta 200, une unité de 26 400 000 kJ/h, avec un débit de traitement pouvant atteindre 3 600 kg/h.

La société Vesta peut traiter de grandes quantités de déchets avec plusieurs appareils utilisés dans une configuration «à unités multiples» qui offre une capacité de traitement de 5 445 à 7 273 kg/h. Elle continue ainsi à tirer parti de la mobilité, de la souplesse d'utilisation et du procédé de montage facile des unités. En cas de difficulté mécanique dans l'une des unités, les autres continuent de fonctionner et le risque de pertes de revenus associées aux arrêts de fonctionnement est ainsi réduit. Cette configuration à unités multiples permet en outre le traitement simultané de déchets liquides et solides.

Des ordinateurs surveillent et enregistrent de façon continue tous les paramètres du procédé et fournissent un état mécanographique horodaté afin d'assurer le respect des règlements fédéraux et d'État. Le système de surveillance comprend un mécanisme d'arrêt du système d'incinération lorsque les paramètres dépassent des valeurs de consigne prédéterminées.

La décontamination et le démontage l'unité se font en trois jours.

D.5.2 Système de traitement thermique hybride de IT Corporation

IT Corporation de Knoxville, au Tennessee, a conçu et construit un système de traitement thermique hybride (*Hybrid Thermal Treatment System*, ou *HTTS*) qui comprend principalement un four rotatif et un système de combustion secondaire à face chauffante verticale.

Le *HTTS* est l'un des plus gros incinérateurs transportables. Il est capable de traiter en moyenne 18,2 t/h de déchets. Au complet, l'unité *HTTS* peut être transportée sur 20 remorques. IT Corporation a construit trois de ces unités.

IT Corporation a utilisé le *HTTS* pour incinérer des sols contaminés par du TNT et du DNT (dinitrotoluène) à l'usine de munitions de l'armée de Cornhusker, en Iowa, et dans un site semblable en Louisiane. Un permis en vertu de la *TSCA* a été accordé pour effectuer des essais de combustion de BPC au Texas.

D.5.3 Incinérateur à infrarouge transportable de Haztech

La société Haztech de Decatur, en Géorgie, appartient à la Westinghouse Electric Corporation. En 1986, elle a acheté un incinérateur à infrarouge transportable de Shirco Infrared Systems de Dallas, au Texas. L'unité a été immédiatement transférée sur le site *Peak Oil* du *Superfund* à Brandon, en Floride, où elle a été utilisée pour détruire environ 7 000 t de boues d'huiles usées contaminées par des BPC.

Le fonctionnement de l'incinérateur appartenant à Haztech utilisé sur ce site a fait l'objet d'un rapport *SITE* (*Superfund Innovative Technology Evaluation*) publié en septembre 1988. Ce rapport fait état de nombreux problèmes de fonctionnement avec les incinérateurs à infrarouge Shirco.

D.6 Évaluation des incinérateurs mobiles ou transportables

Les incinérateurs mobiles ou transportables que nous venons de décrire ont été conçus principalement pour le marché américain des déchets dangereux et de la restauration des sites. Par conséquent, la plupart d'entre eux ont été conçus pour traiter d'importants volumes de sols contaminés.

Sur le marché américain, on peut facilement assurer la destruction des liquides et de l'équipement contenant des BPC au moyen de nombreuses installations fixes et autorisées d'incinération des déchets dangereux, de chaudières industrielles, de fours à ciment et de décharges pour déchets chimiques.

Le tableau D.5 résume les capacités des incinérateurs mobiles ou transportables, commerciaux et précommerciaux. Seuls trois des incinérateurs inscrits sont approuvés pour l'incinération de liquides seulement. Seul le MWP-2000 d'ENSCO a été spécialement conçu pour incinérer de l'équipement contenant des BPC (condensateurs), et seul le Vesta 100 est considéré comme tout à fait mobile. Les autres sont des installations industrielles «transportables» qu'on monte en retirant divers modules de remorques de transport et en les interconnectant.

Tableau D.5 Évaluation des incinérateurs mobiles ou transportables

Compagnie/modèle	Technique	Charge d'alimentation nominale	Débit maximal nominal	Restrictions en matière d'alimentation	Transport et remorques nécessaires	Durée de montage sur le site
ENSCO/ MWP -2000	Four rotatif et chambre de combustion secondaire	Liquides Sols Condensateurs Combustibles résiduels	909 kg/h 5 455 kg/h 909 kg/h —	42 % BPC @ 785 kg/h 1,9 % BPC @ 546 kg/h — 23 % BPC @ 132 kg/h	Transportable, 12 remorques	4 – 5 sem.
O.H. Materials/ Incinérateur à infrarouge Shirco modifié	Chambres de combustion primaire à infrarouge et secondaire	Sols Liquides Liquides avec sols	ND ND ND	0,56 % BPC @ 6 273 kg/h 60 % BPC avec sols 2,0 % BPC @ 5 227 kg/h	Transportable, 7 remorques	3 – 4 sem.
Roy F. Weston/ Transportable Incineration System	Four rotatif et chambre de combustion secondaire	Sols Liquides	9 091 kg/h —	1,22% BPC @ 6 318 kg/h 57,3% BPC @ 91 L/h	Transportable, ND	6 sem.
Ogden Environmental Services/CBC	Incinérateur à lit fluidisé circulant	Sols Liquides	4 091 kg/h 400 kg/h	600 ppm BPC @ 3 636 kg/h —	Transportable, 16 remorques	10 – 11 sem.
Vesta Technology Ltd./ Modèle 80 Modèle 100 Modèle 200	Four rotatif et chambre de combustion secondaire	Liquides, solides ou boues	909 kg/h 2 273 kg/h 3 600 kg/h	— — —	Mobile, 3 remorques Mobile, 4 remorques Mobile, 6 remorques	24 h
IT Corporation/ HTTS	Four rotatif et chambre de combustion secondaire	Liquides, solides ou boues	18 182 kg/h	—	Transportable, 20 remorques	ND
Hartech/ Incinérateur à infrarouge Shirco	Chambres de combustion primaire à infrarouge et secondaire	Sols Liquides Liquides avec sols	ND ND ND	— — —	Transportable, 7 remorques	3 – 4 sem.

ND : Information non disponible

Annexe E

Techniques de décontamination des transformateurs de rebut

E.1 Décontamination en vue de la fusion

E.1.1 Unison (G. & L. Recovery Systems)

La société G. & L. Recovery Systems a reçu un permis de l'EPA des États-Unis en février 1989. Le procédé comprend les étapes suivantes :

- Mise en place d'un système d'observation pour surveiller chaque transformateur contenant des BPC au cours de tout le procédé de décontamination.
- Vidange de tous les liquides diélectriques résiduels et confinement de ces liquides en vue de leur élimination éventuelle par incinération.
- Prélavage du transformateur vidé pour réduire les incidences environnementales et les dangers d'exposition des travailleurs aux BPC résiduels au cours du démontage du transformateur.
- Démontage du transformateur (c.-à-d. séparation de ses éléments tels que la cuve, les tôles, les enroulements et les bornes), et confinement des autres déchets solides (c.-à-d. le papier et le carton) en vue de leur élimination.
- Lavage au solvant des éléments séparés du transformateur, à température ambiante.
- Récupération des solvants réutilisables.
- Élimination par incinération des parties non réutilisables et des BPC extraits.
- Récupération par fusion du métal nettoyé.
- Récupération des bornes de résine époxy ou de céramique, en vue de leur réutilisation.

La société Unison demande aux clients entre 1,32 et 1,76 $ US/kg pour le procédé de G. & L. Recovery Systems, transport en sus.

La teneur en BPC des métaux doit être d'au plus 10 µg/100 cm^2 (1 mg/m^2) avant la fusion et celle des bornes, qui ne contiennent pas de liquides à base de BPC, ne peut dépasser 3 µg/100 cm^2 avant la réutilisation. Les solvants qui retournent aux stations de lavage primaire et secondaire ne doivent pas contenir plus de 2 ppm de BPC. Le solvant est récupéré par distillation, et les produits de fond sont incinérés.

La société Unison envisage d'entrer sur le marché canadien, mais elle hésite à le faire en raison du manque d'installations d'incinération.

E.1.2 S.D. Myers

La société S.D. Myers a reçu un permis de l'EPA au printemps de 1989. Elle exploite une installation de décontamination des transformateurs à Akron, en Ohio. L'installation peut traiter 45 455 kg d'équipement par jour. Le procédé comprend les mêmes étapes de base que le procédé de G. & L. Recovery Systems. Les

solvants et les méthodes de nettoyage sont brevetés par la société. L'usine fonctionne à plein rendement, traitant environ 20 transformateurs par jour. Le coût est évalué entre 1,32 et 1,54 $ US/kg, transport en sus.

E.1.3 National Electric/Aptus

La société National Electric/Aptus a reçu un permis de l'EPA en juillet 1989 pour exploiter une installation à Coffeyville, au Kansas.

Le procédé comprend les étapes suivantes :

- Nettoyage du transformateur refroidi avec des vapeurs chaudes de 1,1,1-trichloroéthylène (TCE) (la vapeur se condense sur la paroi intérieure du transformateur et dégoutte au fond; le procédé prend fin lorsqu'il ne s'échappe plus que de la vapeur du fond).

- Refroidissement du transformateur et reprise du nettoyage.

- Démontage du transformateur par déboulonnage ou découpage du couvercle.

- Incinération du bois et du carton dans un four rotatif à scorification dans lequel les cendres sont vitrifiées pour ensuite être éliminées dans des décharges ordinaires.

- Dégraissage à la vapeur de chaque pièce du transformateur.

- Essai de décontamination, puis fusion et récupération des métaux.

Le TCE est récupéré par distillation.

Le procédé coûte aux propriétaires de transformateurs environ 2,13 $ US/kg, transport en sus.

La société appartient à la Westinghouse Electric Corporation, qui a peut-être l'intention d'importer cette technique au Canada.

E.1.4 Sanexen International

La société Sanexen International, de Montréal, offre un procédé de mise hors service des transformateurs au Canada depuis plusieurs années. Ce procédé d'extraction, qui utilisait à l'origine des solvants liquides, a évolué de façon à employer des vapeurs de solvants; la société utilise maintenant les deux types de procédés. Les bassins d'extraction à la vapeur sont chauffés et tous les solvants sont récupérés et distillés. Les solvants sont brevetés par la société. Dans certains cas, il faut ouvrir le coeur du transformateur afin d'atteindre les niveaux de décontamination fixés par Environnement Québec; dans d'autres cas, il n'est pas nécessaire de le faire.

Sanexen a traité plus de 200 transformateurs contenant de l'huile minérale et plus de 30 transformateurs contenant des askarels à l'aide de ce procédé. La plupart de ces transformateurs se trouvaient au Québec, mais il y en avait plusieurs en Nouvelle-Écosse et au Manitoba.

Les niveaux de contamination en surface fixés par Environnement Québec dans les directives sur la décontamination d'octobre 1985 sont de 1,25 mg/m^2 pour l'Arochlor 1260 et 1254, et de 2,5 mg/m^2 pour l'Arochlor 1242. Ces teneurs s'appliquent seulement à l'enveloppe du transformateur. Pour savoir si le coeur d'un transformateur a été bien décontaminé, on en prélève un échantillon que l'on laisse tremper dans le solvant pour en récupérer les BPC résiduels. La concentration de BPC dans le coeur du transformateur peut ensuite être déterminée en fonction du poids relatif

des divers éléments du coeur. Conjointement avec S.D. Myers, Sanexen a établi les poids relatifs au cours d'études antérieures. Si le coeur contient au plus 50 ppm de BPC, il peut être expédié pour récupération et fusion ultérieure du métal.

Sanexen exploite actuellement des unités mobiles de décontamination de transformateurs au Québec et au Manitoba. Le montage nécessite environ deux jours et le démontage, une journée. Le coût de la décontamination dépend du contenu des transformateurs (huile minérale ou askarels), de leur taille et du nombre de transformateurs à traiter à un seul endroit.

Sanexen estime que ses prix varient de 1,54 à 5,50 $ CAN/kg. Actuellement, une somme additionnelle d'environ 4 000 $ CAN est nécessaire pour faire approuver le site de chaque client.

E.2 Décontamination en vue de la mise en décharge

Aux États-Unis, les carcasses de transformateurs qui contiennent des liquides dont la teneur en BPC est supérieure à 500 ppm doivent être vidées puis remplies avec un solvant approuvé et laissées au repos pendant 18 h. Une fois le solvant retiré, la carcasse peut être enfouie dans une décharge de déchets chimiques approuvée.